



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
CURSO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO**

ADRIEL KENDRICK DE MELLO

SEM PARAR - CONTROLE DE ACESSO CONDOMINIAL VIA RFID

Orientadora: Profª. M.C. Maria Marony S. F. Nascimento

**BRASÍLIA
1º SEMESTRE DE 2013**

ADRIEL KENDRICK DE MELLO

SEM PARAR - CONTROLE DE ACESSO CONDOMINIAL VIA RFID

Trabalho apresentado ao UniCEUB –
Centro Universitário de Brasília como
pré-requisito para obtenção de
Certificação de Conclusão do Curso de
Engenharia de Computação.
Orientadora: Prof^a. M.C. Maria Marony
Sousa Farias Nascimento.

BRASÍLIA

1º SEMESTRE DE 2013

ADRIEL KENDRICK DE MELLO

SEM PARAR - CONTROLE DE ACESSO CONDOMINIAL VIA RFID

Trabalho apresentada ao UniCEUB –
Centro Universitário de Brasília como
pré-requisito para obtenção de
Certificação de Conclusão do Curso de
Engenharia de Computação.
Orientadora: Prof^a. M.C. Maria Marony
Sousa Farias Nascimento.

**Este Trabalho foi julgado adequado para a obtenção do Título de
Engenheiro de Computação, e aprovado em sua forma final pela
Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas - FATECS.**

**Prof. Abiezer Amarília Fernandes
Coordenador do Curso**

Banca Examinadora:

**Prof^a. M.C. Maria Marony S. F. Nascimento,
mestre em Engenharia Elétrica – UFPB
Orientadora**

**Prof. Dr. Cleber da Silva Ribeiro, doutor
em Física Teórica – UNB**

**Prof. Eliomar Araújo de Lima
Prof. MSC**

**Prof. João Marcos Souza Costa,
especialista em Matemática – UNB**

*Dedico a minha família, a
minha noiva, aos meus amigos e a
empresa First Decision que
participaram em mais esta fase da
minha vida.*

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai Antonio E. de Mello, por ter ficado comigo em São Paulo e me incentivando na conclusão deste projeto e pela dedicação ao longo da minha vida.

A minha mãe Suely T. K. Mello, por ser sempre o meu guia na minha vida e minha fonte de inspiração, e sem ela não teria conquistado tantas vitórias e alegrias.

A minha irmã Luana K. de Mello, por ser minha grande confidente e melhor amiga, e um exemplo de dedicação e garra.

A minha noiva Eliane Cristina da Silva, por estar ao meu lado me dando apoio e força nas horas certas.

A todos os amigos com quem estudei que contribuíram direta ou indiretamente para o desenvolvimento deste trabalho.

A empresa First Decision, que me apoiou em todos os momentos para a conclusão do curso.

“Deus nos concede, a cada dia, uma página de vida nova no livro do tempo. Aquilo que colocarmos nela, corre por nossa conta.”

Chico Xavier

Resumo

Este trabalho apresenta um dispositivo de controle e automação de acesso condominial utilizando-se da tecnologia de RFID (identificação por rádio frequência). O projeto integra um microcontrolador Arduino Uno R3, motor de passo, antena RFID. A linguagem de programação Arduino faz a sinergia entre os componentes. O protótipo consiste na identificação de veículos que em movimento e sem a intervenção humana realiza a leitura de uma etiqueta eletrônica (Tag), sendo que uma antena instalada na área de acesso do veículo é responsável pela leitura da etiqueta. O protótipo é composto por maquete de uma entrada de condomínio em conjunto com um carrinho de controle remoto. O sistema já é utilizado na cobrança de pedágios em algumas rodovias brasileiras.

Palavras-chave: Automação, Rádio Frequência, Etiqueta Eletrônica, Acesso Condominial.

Abstract

This work presents an automation and control condominium access device with RFID technology (radio frequency identification). The project is composed by a microcontroller Arduino Uno R3, stepper motor, RFID antenna, the programming in Arduino language makes synergy between the components. The prototype consists of identifying the vehicles, still in movement, and without human intervention, by reading an electronic tag and an antenna installed in the access area of the vehicle is responsible for reading the label. The prototype is composed by a maquette that simulates the entry into a condominium with a remote control car. The system is already used in some Brazilian highways where there is collection toll.

Keywords: Automation, Radio Frequency, Electronic Tag, Access Condominium.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	XI
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	XII
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	13
1.1 INTRODUÇÃO	13
1.2 MOTIVAÇÃO	14
1.3 OBJETIVO GERAL DO TRABALHO	15
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.5 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO TEMA	15
1.6 ESCOPO DO TRABALHO.....	17
1.7 RESULTADOS ESPERADOS	17
1.8 ESTRUTURA DO TRABALHO	17
CAPÍTULO 2 - APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.....	19
2.1 AVALIAÇÃO DO CONTROLE ATUAL.....	19
2.1.1 <i>Segurança no acesso Veicular</i>	19
2.2 BENEFÍCIO DA SOLUÇÃO PROPOSTA	20
2.3 RESTRIÇÕES QUE DEVEM SER CONSIDERADAS.....	20
CAPÍTULO 3 – REFERENCIAL TEÓRICO	21
3.1 TRANSMISSÃO DE DADOS POR RÁDIO-FREQUÊNCIA	21
3.2 CONCEITOS DE RFID	22
3.2.1 <i>Faixas de Frequência</i>	22
3.2.2 <i>Segurança na Utilização de RFID</i>	23
3.2.3 <i>Leitora RFID</i>	24
3.2.4 <i>Tag's</i>	25
3.2.4.1 <i>Tag's ativas</i>	25
3.2.4.2 <i>Tag's passivas</i>	25
3.2.4.3 <i>Formas e Tamanhos</i>	26
3.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DA RÁDIO FREQUÊNCIA	27
3.3.1 <i>Vantagens do uso da Rádio Frequência</i>	28
3.3.2 <i>Desvantagens do uso da Rádio Frequência</i>	28
CAPÍTULO 4 – DESCRIÇÃO DO HARDWARE E SOFTWARE	30

4.1	APRESENTAÇÃO GERAL DO MODELO PROPOSTO	31
4.2	PARTE FÍSICA (<i>HARDWARE</i>) COMPONENTES MATERIAIS UTILIZADOS	32
4.2.1	PLACA ARDUINO UNO	32
4.2.1.1	MICRO CONTROLADOR ATMEGA328.....	33
4.2.2	CONTROLADORA DE MOTOR DE PASSO.....	34
4.2.2.1	ESPECIFICAÇÕES DA PLACA ULN2003	34
4.2.3	MOTOR DE PASSO	35
4.2.3.1	ESPECIFICAÇÃO DO MOTOR DE PASSO	35
4.2.4	PLACA RFID – MF522-AN.....	36
4.3	PARTE LÓGICA (<i>SOFTWARE</i>).....	36
CAPÍTULO 5 - IMPLEMENTAÇÃO		37
5.1	MODELAGEM DO SISTEMA.....	37
5.2	ELABORAÇÃO DO CÓDIGO FONTE	39
5.2.1	Escrita do Código Fonte.....	39
5.2.1.1	DIRETIVAS DE PRÉ-COMPILAÇÃO.....	40
5.3	MONTAGEM DO PROTÓTIPO	43
CAPÍTULO 6 - RESULTADOS OBTIDOS		47
6.1	SIMULAÇÕES.....	47
6.2	PROBLEMAS ENCONTRADOS.....	51
CAPÍTULO 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS		53
7.1	CONCLUSÃO	53
7.2	PROPOSTA PARA TRABALHOS FUTUROS	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		56
ANEXO - ESPECIFICAÇÕES DA PLACA ARDUINO		60
APÊNDICE A CÓDIGO FONTE DO DISPOSITIVO		61

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1	21
FIGURA 3.2	24
FIGURA 3.3	26
FIGURA 3.4	27
FIGURA 4.1	30
FIGURA 4.2	31
FIGURA 4.3	32
FIGURA 4.4	33
FIGURA 4.5	34
FIGURA 4.6	35
FIGURA 4.7	36
FIGURA 5.1	38
FIGURA 5.2	40
FIGURA 5.3	41
FIGURA 5.4	42
FIGURA 5.5	44
FIGURA 5.6	44
FIGURA 5.7	45
FIGURA 5.8	46
FIGURA 5.9	46
FIGURA 6.1	48
FIGURA 6.2	49
FIGURA 6.3	50
FIGURA 6.4	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

HF	High Frequency
LED	Light Emitting Diode
LF	Low Frequency
RFID	Radio Frequency Identification
UHF	Ultra High Frequency
M/S	Metros por segundo
s	Segundo
V_m	Velocidade média
S	Espaço
T	Tempo
Ω	Ohms
A	Ampère
A/D	Analógico / Digital
V	Volts
OCR	Optical Character Recognition

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1 Introdução

A maioria da população mundial vive em áreas urbanas. Neste contexto, as transformações nos espaços urbanos exigem soluções e inovações tecnológicas, principalmente quanto a moradias, mobilidade urbana e segurança.

As formas de moradias, por exemplo, sofreram transformações envolvendo novas tecnologias visando o bem estar, diante da demanda de uma sociedade moderna e exigente. Sendo assim, surgem espaços novos como bairros planejados, condomínios residenciais fechados. Com isso aumenta a necessidade de segurança e proteção, criando uma demanda de serviços e produtos. Aonde a mesma vem exigindo desenvolvimento tecnológico nas áreas de conforto e segurança. Diante das novas necessidades sociais, os equipamentos de segurança, trazem a praticidade que a vida moderna pede. Um dos itens de relevância são os equipamentos de acesso para as dependências do condomínio.

O acesso de veículos às garagens dos condomínios RESIDÊNCIAS ou comerciais é realizado normalmente pelo próprio condutor através de controle remoto, este acionado em curta distância, ou ainda mediante funcionário que identifica a aproximação do condômino, e via controle interno promove o acesso do veículo.

Embora sejam métodos de controle de acesso residenciais já utilizados há tempos, os mesmos possuem muitas vulnerabilidades para os seus usuários, conforme segue:

- Insegurança enfrentada pelos condôminos ao ficarem parados na área externa aguardando a abertura do portão;
- Risco de não serem identificados pelo funcionário do condomínio;
- Eventual falha do controle manual;

- Em áreas urbanas densamente povoadas e com ruas estreitas, contribui para a lentidão do trânsito ao parar o veículo, mesmo que parcialmente, sobre o leito da via pública;
- Aumento nas despesas do condomínio (no caso de necessidade de manter funcionários específicos para controle de portaria).

A partir disso, pretendeu-se realizar um estudo sobre uma alternativa que pudesse minimizar esses riscos e entraves no acesso de veículos a condomínios. E o meio encontrado para a melhoria desse processo foi a utilização de recursos tecnológicos, que serão apresentados no decorrer do presente trabalho.

1.2 Motivação

A motivação principal para a realização deste trabalho surgiu a partir de observações do cotidiano de grandes metrópoles, ao passar por elas pude constatar a grande variedade de condomínios, onde percebi um número variado de controle de acesso. Embora os procedimentos realizados por seus usuários normalmente são os mesmos, estacionam seus veículos do lado externo, na entrada das garagens, onde por ventura ficavam vulneráveis a assaltos e outros crimes, enquanto aguardam a abertura dos portões.

Além disso, nos horários de grande movimentação de entrada e/ou saída de veículos, longas filas acabam se formando no entorno do condomínio, sempre que um veículo necessita parar diante da entrada de sua residência, acaba prejudicando o fluxo da via pública, conseqüentemente causando dano ao tráfego de veículo nas cidades como um todo. Outro ponto analisado neste momento de grande volume é a questão da falta segurança devido ao excesso de veículos.

A reflexão suscitou o questionamento sobre soluções possíveis, sendo que a automação do sistema de acesso condominial, efetuada de forma a permitir a identificação e entrada do usuário sem parar, mostrou-se viável sobre os aspectos analisados.

1.3 Objetivo Geral do Trabalho

Demonstrar, por meio da construção de um protótipo, como a utilização da tecnologia *RFID* (*Rádio Frequency Identification*)¹ no controle automático de portões de garagens pode ser uma alternativa para o acesso de veículos a condomínios residenciais e comerciais.

1.4 Objetivos Específicos

- Verificar quais são os requisitos necessários para a operacionalização do sistema “sem parar”².
- Descrever materiais utilizados (*hardware*) na construção do protótipo e especificações;
- Relatar as dificuldades e/ou barreiras inerentes à construção do sistema “sem parar” a fim de contribuir para a facilidade de implementação de tal tecnologia;

1.5 Justificativa e Relevância do Tema

A implantação do sistema “sem parar” nas rodovias federais pedagiadas mostrou-se como um avanço no sentido de ganho de tempo de viagem para os motoristas, uma vez que não é necessário permanecer em filas para pagar o pedágio; maior comodidade e segurança, pois o carro não precisa parar completamente na via, somente diminuir a velocidade; economia de combustível e desgaste de freios, entre outros.

1 RFID - *Rádio Frequency Identification*, esta tecnologia será descrita no Capítulo 3.

2 Sistema utilizado pelas concessionárias de rodovias federais pedagiadas, disponível em <http://www.viafacil.com.br> em 08/07/2013

A partir desses avanços no cotidiano das vias públicas federais, observou-se que outros problemas envolvendo trânsito, segurança e uso de tempo poderiam ser minimizados se alternativas semelhantes pudessem ser pensadas e implementadas.

Um dos problemas identificados refere-se à entrada e saída de veículos de garagens. Constatou-se alguns gargalos tais como: lentidão no trânsito devido à parada de veículos em garagens, riscos pelo tempo de permanência nos carros em espera pela abertura dos portões, gastos do condomínio para manutenção do sistema (porteiros, energia elétrica...etc). Com isso, verificou-se que esse seria um objeto de estudo relevante para se pensar num método de otimizar esse processo e minimizar os entraves causados.

Dessa forma foi lançado mão de recursos tecnológicos para implementar melhorias nesse sistema, por meio do RFID, uma tecnologia de identificação automática, uma vez que objetos podem ser etiquetados e identificados de forma estruturada. Utilizando ondas de rádio, um dispositivo de leitura capta automaticamente os dados na *tag* (etiqueta), permitindo que esses sejam processados. Uma *tag* pode fornecer automaticamente informações sobre um produto, tais como localização física, código de fabricante, fornecedor, comprador, também é possível ajustar a informação fornecida de acordo com regras estabelecidas nos servidores que intercambiam os dados com os leitores e as *tags*.

Com a implementação desse dispositivo, acredita-se que além da melhoria do cotidiano de motoristas e condôminos, há de se levar em consideração o resultado positivo para o planeta também, pois embora seja difícil mensurar, nos moldes econômicos atuais, a sustentabilidade depende de todas as contribuições que cada cidadão possa proporcionar.

Por mais insignificante que esta mudança no controle de acesso veicular possa parecer, tendo como exemplo. Ao diminuir alguns segundos de um carro parado com motor ligado, mas se considerar que milhares de carros diariamente circulam pelas ruas, emitindo poluentes e contribuindo para lentidão de trânsito, pequenas modificações no dia-a-dia como essa, podem se mostrar, em longo prazo, como importante meio de contribuição para a melhoria de qualidade de vida no planeta.

1.6 Escopo do trabalho

Neste projeto é desenvolvido e descrito passo-a-passo um sistema de identificação por rádio frequência, tecnologia também conhecida como RFID, em que os veículos são identificados automaticamente, ainda em movimento e sem a intervenção do motorista, através da leitura de uma etiqueta eletrônica (*Tag*). O projeto desenvolvido já é utilizado comercialmente em rodovias pedagiadas e estacionamento de alguns shoppings centers.

Não faz parte do projeto o dispositivo de controle de portões e cancelas, bem como o sistema de gerenciamento de informação.

1.7 Resultados Esperados

Demonstrar como o mecanismo de automação por RFID pode ser viável para implementação em condomínios residenciais e comerciais, através da descrição da operacionalização do sistema, isto é, quais condições e requisitos são necessários para o funcionamento do dispositivo: utilização da tecnologia RFID, velocidade média do veículo ao aproximar-se da entrada, distância mínima da antena para o portão, tempo de abertura da cancela aberta, entre outros.

1.8 Estrutura do Trabalho

Este trabalho apresenta um estudo da tecnologia de identificação via rádio frequência, tendo como resultado o desenvolvimento de um protótipo para o controle de acesso de veículos em um condomínio residencial. O trabalho está organizado em seis capítulos.

No primeiro capítulo, a introdução, a motivação os objetivos gerais e específicos, a justificativa e relevância, o escopo e os resultados deste trabalho além desta seção que apresenta a estrutura desta monografia;

O segundo capítulo, apresenta alguns conceitos e o resultado de estudos a respeito do funcionamento do controle de veículos realizado atualmente em condomínios e apresenta as vantagens e restrições da implantação deste projeto;

No terceiro capítulo, são apresentados fundamentos e conceitos básicos da identificação via rádio frequência, segurança na utilização da RFID, leitora de RFID, *tag's* - formas e tamanhos, vantagens e desvantagens da utilização da RFID e sua aplicabilidade;

No quarto capítulo, detalha tecnicamente os componentes físicos e lógicos com ênfase no que será utilizado;

No quinto capítulo, apresenta a descrição do desenvolvimento do protótipo de sistema para controle de acesso de veículos, utilizando a identificação via rádio frequência, descrição da aplicação da solução, avaliação global do modelo proposto;

No sexto capítulo, abordam as simulações que tiveram como objetivo testar todas as funcionalidades propostas do dispositivo, de forma a simular um ambiente real, bem como, as dificuldades encontradas.

No sétimo capítulo, são apresentadas a conclusão e as sugestões para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2 - APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

Este capítulo tem como finalidade detalhar questões motivacionais do trabalho, com o acesso veicular ao condomínio com segurança, que foi apresentado resumidamente na seção — Motivação — do capítulo anterior.

Apresentada também algumas soluções existentes para esta questão, no que diz respeito a controle de acessos automotivos. E por fim, são apresentados os benefícios do dispositivo proposto pelo trabalho e suas restrições.

2.1 Avaliação do Controle Atual

É bastante comum ao acessar a internet ou abrir os jornais se deparar com notícias de ocorrências criminosas contra condomínios e seus ocupantes. (MARQUES,2011)

De acordo com o diretor de uma administradora em São Paulo, José Roberto Lampolsky “É importante estar atento na chegada à garagem e verificar se não há suspeitos que possam aproveitar a situação. Além disso, no caso de aluguel de vaga, o morador deve dar preferência a outro condômino ou ao condomínio, que pode disponibilizá-la para visitas.” (CORREIOWEB publicação: 29/03/2013)

Por outro lado, o crescimento da construção civil no país, ano após ano, mostra-se sempre mais vigoroso, batendo recorde constantemente (REUTERS, 2013). O que é bom para a economia, todavia, trás consigo demandas e desafios diversos para a engenharia.

2.1.1 Segurança no acesso Veicular

Os locais de maior vulnerabilidade para o motorista em condomínios e residências são os acessos de entrada e saída de veículos. Devido aos

métodos tradicionais de controle de acessos faz com que o motorista fique exposto à criminalidade. E por isso, a cada dia que passa os condomínios investem sempre mais em prevenção, como adição de novas câmeras, contratação de novas equipes de segurança, entre outras iniciativas a fim de diminuir os riscos.

2.2 Benefício da solução proposta

O “sem parar” é uma solução para identificação automática de veículos que proporciona aos usuários um acesso rápido, seguro e confiável.

O sistema funciona baseado em Identificação por Rádio Frequência (RFID), em que os veículos são identificados automaticamente, ainda em movimento e sem a intervenção do motorista, através da leitura de uma etiqueta eletrônica fixada no lado interno do para-brisa.

Uma antena instalada na área de acesso do veículo é responsável pela leitura da etiqueta.

A Solução proporciona os seguintes benefícios:

- Segurança: apenas veículos com uma *tag* autorizada tem sua passagem liberada;
- Comodidade: sem a intervenção do motorista ou porteiro;
- Rapidez: veículo identificado em milésimos de segundo (SECURITY, 2013).

2.3 Restrições que devem ser consideradas

A velocidade de acesso do veículo varia de acordo com a área de recuo na instalação do portão, que cada condomínio venha a disponibilizar.

CAPÍTULO 3 – REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 TRANSMISSÃO DE DADOS POR RÁDIO-FREQUÊNCIA

As primeiras tentativas de registro de informações têm pelo menos 18.000 anos e há cerca de 3.500 anos começaram as primeiras marcações de quantidades. Há aproximadamente 1.200 anos surgiram os algarismos, o que já permitiu algum tipo de computabilidade. (NAVARRO, 2006)

Finalmente, com o surgimento dos computadores, surgiram as primeiras tentativas de dar à máquina capacidade de reconhecimento de tais caracteres. Nasceu então a *Optical Character Recognition* (OCRs), mas o resultado era insatisfatório. A figura demonstra o porquê disto.

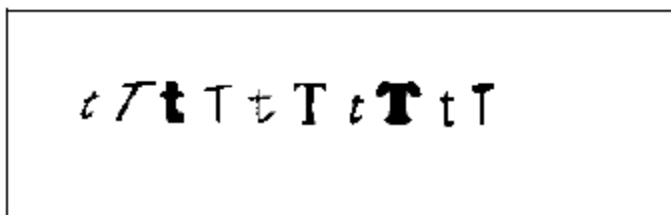


Figura 3.1 - Caractere "T" em diversos formatos

Fonte: NAVARRO (2006)

Os todos os caracteres da figura são a mesma letra onde, "t" minúsculo, vem seguido de um "T" maiúsculo. Como os caracteres são muito parecidos, criar um padrão para distingui-los é bastante complicado.

A partir desta necessidade surgiu o Código de Barras, que representa os caracteres através de barras e espaços de larguras variáveis e escritos em 2 cores contrastantes. Esse tipo de leitor óptico é muito utilizado até os dias de hoje, principalmente por causa do seu baixo custo.

Apesar de ser considerada a sucessora do código de barras, a tecnologia RFID começou sua caminhada durante a II Guerra Mundial, quando os aliados utilizaram aparelhos deste tipo para distinguir seus aviões dos aviões de seus inimigos. Porém, na década de 90, a invenção passou do campo militar para a indústria, quando o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) o aperfeiçoou e elaborou o código com o qual as informações são

armazenadas em chips. Hoje a tecnologia pode ser aplicada em diversas áreas (AGÊNCIA EFE, 2013).

3.2 CONCEITOS DE RFID

A RFID é um sistema de identificação que utiliza a radiofrequência para localizar um determinado tipo de "etiqueta", mais conhecida como *tag*. Este pode ser detectado pelo leitor a uma distância significativa, sem o contato físico entre a etiqueta e o leitor, já que a radiofrequência atravessa praticamente qualquer material.

Um sistema de gestão, utilizando a informação contida nas *tag's*, pode processá-la de tal maneira que atenda as suas necessidades. Outra vantagem da RFID sobre a leitura de códigos de barra é que a *tag* permite o armazenamento de mais informações além do seu número de identificação (DELGADO, 2006).

3.2.1 Faixas de Frequência

As três frequências mais utilizadas para o sistema RFID passivo são: baixa frequência (LF), de 125kHz, alta frequência (HF), 13,56 MHz, e ultra alta frequência (UHF), operando na faixa de 860 a 960MHz. Um dos aspectos mais importantes do sistema RFID é a frequência de operação. Em geral, a frequência define a taxa de transferência de dados entre a etiqueta e o leitor (DIAS, 2012).

Atualmente, as frequências LF são utilizadas para aplicações nas quais os transponders ficam incorporados em objetos metálicos, tal como na utilização em instrumentos cirúrgicos. Muitas vezes as etiquetas LF são revestidas de resinas de plástico e cápsulas de vidro. Possuem um alcance de leitura abaixo de 0,5m. Este limitado alcance de leitura as tornam impróprias para algumas aplicações (DIAS, 2012).

Já as frequências HF são encontradas no interior de uma ampla variedade de objetos, incluindo cartões plásticos, chaveiros, botões. Com alcance de leitura abaixo de 1 metro, as frequências HF são utilizadas para controle de acesso; contudo, uma importante aplicação dessa frequência é na utilização para bilhetes com transações financeiras, como bilhetes para transporte público. Seu alcance de leitura restrito, com o campo bem definido, é benéfico para este tipo de aplicação, protegendo o sistema de leituras indevidas (DIAS, 2012).

Os sistemas UHF tem baixo desempenho quando operam perto de metal. Para obtenção de um melhor desempenho, vários fabricantes de etiquetas UHF as encapsulam para aumentar este desempenho quando fixadas a objetos metálicos. Em virtude de melhor alcance, maior velocidade, e preços mais atrativos os sistemas UHF tornam-se os principais sistemas RFID para aplicações na cadeia de abastecimento, incluindo o rastreamento de palets, caixas e itens, controle de inventário, gerenciamento de armazéns e da logística, rastreamento de ativos de TI, e gestão de estoque em lojas de vestuário (DIAS, 2012).

3.2.2 Segurança na Utilização de RFID

Apesar de a tecnologia apresentar um grande progresso na vida cotidiana das pessoas, ela pode trazer alguns problemas aos seus usuários. As *tag's* RFID não contêm nenhuma rotina ou dispositivo que proteja seus dados. Mesmo as *tag's* passivas, que tem raio de ação de poucos metros, podem ter suas informações extraviadas. Em se tratando de *tag's* ativas, o problema torna-se um pouco mais crítico, devido ao seu maior alcance de leitura (CIRIACO, 2009).

Segundo McCullagh (2003), a solução para este problema seria alertar os consumidores que estão comprando um produto que contém a *tag*. O cliente deve ter o cuidado de verificar se a *tag* está desativado e se possível, que o mesmo seja implantado na embalagem ao invés de colocá-lo no produto.

Assim, descartando a embalagem, o produto pode ser usado livremente. Caso tenha que ser inserido no produto, sua localização deve ficar numa posição onde fica fácil a sua remoção.

Outro aspecto da segurança, conforme Nafal (2006) seria a prevenção de roubos.

Assim como a RFID pode identificar a movimentação de objetos, ela pode ser usada para ajudar na redução de roubos durante o manuseio dos produtos dentro da cadeia de abastecimento, por exemplo, colocando portais RFID dedicados. Isso detectaria movimentos não autorizados dos produtos e preveniria o roubo de cargas ou produtos.

3.2.3 Leitora RFID

O princípio do funcionamento de um leitor RFID não é muito diferente de um leitor de código de barras em termos de função e conexão ao computador. A diferença é que o leitor RFID opera pela emissão de um campo eletromagnético (rádio frequência) que alimenta a *tag*, que por sua vez, retorna ao leitor o conteúdo de sua memória. Na figura 3.2 pode ser visualizado o leitor MF522-NA, no capítulo 4 será exposto mais detalhes da leitora.



Figura 3.2 - Leitor, utilizado no desenvolvimento deste projeto. (AUTOR)

Ao contrário de um leitor de código de barras, o leitor RFID não precisa de campo visual para realizar a leitura da *tag*. Essa leitura pode ser feita através de diversos materiais como plásticos, madeira, vidro, papel, cimento e etc (PINHEIRO, 2004).

Algumas leitoras mais sofisticadas apresentam funções de *verificação* de paridade de erro e correção de dados. Uma vez que os sinais do receptor sejam corretamente recebidos e decodificados, algoritmos podem ser aplicados para decidir se o sinal é uma repetição de transmissão de uma *tag* (PORTO, 2005).

3.2.4 Tag's

As *tag's* de RFID podem ser caracterizadas como Ativas ou Passivas. Atualmente a grande maioria de *tag's* implementadas são *tag's* Passivas (RFID.PT, 2006).

3.2.4.1 Tag's ativas

Segundo Aver (2006), as *tag's* ativas, necessitam de uma fonte de energia para o seu funcionamento. Sua capacidade de armazenamento de informações é bastante superior ao *tag* passiva, pois além do número de identificação podem ser armazenadas informações complementares. Além de enviar e receber informações a uma distância maior. Este tipo de *tag* é utilizado no desenvolvimento deste projeto.

3.2.4.2 Tag's passivas

Estas *tag's* receberam este nome por serem utilizados apenas para leitura. O leitor transmite um sinal que ativa a *tag* e este, em seguida, transmite

para o leitor o seu número de identificação. Ao receber o sinal, o leitor decodifica os dados e os envia para um sistema ou servidor.

Como a *tag* só responde o seu número de identificação e não armazena nenhum dado, ela não possui bateria. A energia recebida através da Rádio Frequência é suficiente para que ele responda ao leitor. A energia que alimenta o leitor servirá para alimentar toda a transmissão de dados, assim a área de alcance é bastante reduzida, tipicamente, inferior a 60 centímetros (RFID.PT, 2006).

3.2.4.3 Formas e Tamanhos

As *tag's* podem ser fabricados nos mais variados tipos e tamanhos, dependendo do tipo de aplicação no qual ele será utilizado. As figuras 3.3 e 3.4 apresentam um exemplo de *tag* do tamanho de um grão de areia e algumas *tag's* nos mais variados formatos.

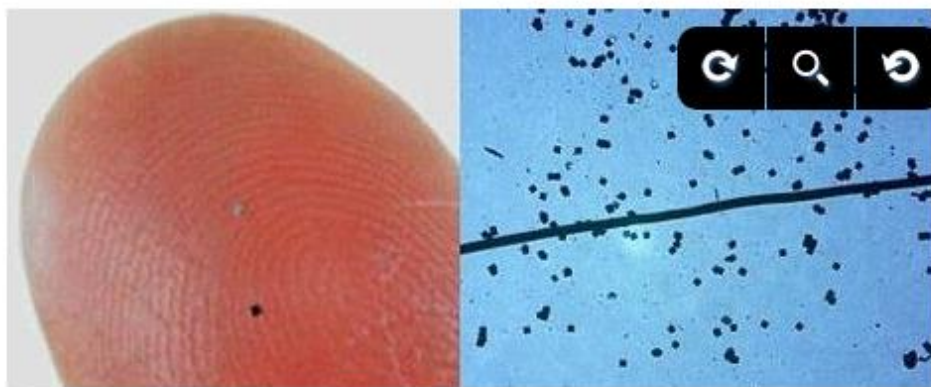


Figura 3.3 - Tag Nano

Fonte: SANKEL, (2010)

3.3.1 Vantagens do uso da Rádio Frequência

Ao contrário da tecnologia de código de barras tradicional, as leitoras de RFID podem digitalizar vários itens etiquetados simultaneamente sem que exista uma "linha de visão" entre a etiqueta e a leitora. Mas o mais importante do desenvolvimento da RFID está no modo como as empresas usam os dados obtidos.

Segundo Paiva, (2006) os benefícios do RFID podem ser encontrados em diversos segmentos:

- Automação: redução de processos manuais como captura de dados, reduzindo o erro humano e permitindo que os funcionários se dediquem a atividades de maior valor agregado;
- Integridade: possibilidade de manter as informações atualizadas em tempo real, eliminando erros, facilitando o rastreamento e prevenindo contra perdas e roubos;
- Velocidade: redução do tempo de movimentação de materiais e busca de informações;
- Informação: disponibilidade de dados e informações que permitam uma tomada de decisão melhor e mais rápida;
- Capacidade: permite à empresa explorar novas aplicações em sua cadeia de suprimento, melhorar o atendimento ao cliente e o relacionamento com os parceiros da cadeia.

3.3.2 Desvantagens do uso da Rádio Frequência

Quanto às desvantagens, Pinheiro (2004) afirma que:

- O custo da tecnologia RFID ainda é elevado, comparando-se aos sistemas de código de barras, o que cria um dos principais obstáculos para o aumento de sua aplicação comercial;

- Sua utilização em materiais metálicos e condutivos pode interferir negativamente no desempenho. Entretanto, encapsulamentos especiais podem contornar este problema.

CAPÍTULO 4 – DESCRIÇÃO DO HARDWARE E SOFTWARE

Este capítulo aborda as especificações, de forma detalhada, dos dispositivos utilizados e seu funcionamento nesse projeto, tanto a parte física, ou seja, o hardware, como a parte lógica, os softwares utilizados.

Esta etapa do projeto iniciou o primeiro processo para desenvolvimento do protótipo sem para, inicialmente seria utilizado um micro controlador PIC que atenderia naturalmente o objetivo do projeto, mas devido a sua complexidade de desenvolvimento, seriam necessárias muitas horas de trabalho nos laboratórios da instituição e devido a distância, optei por utilizar um micro controlador Arduino R3, onde o mesmo é recomendado iniciantes para desenvolvimento de automatização e por possuir muitos fóruns autodidatas, os demais componentes foram escolhidos por recomendações de profissionais da área de automação.

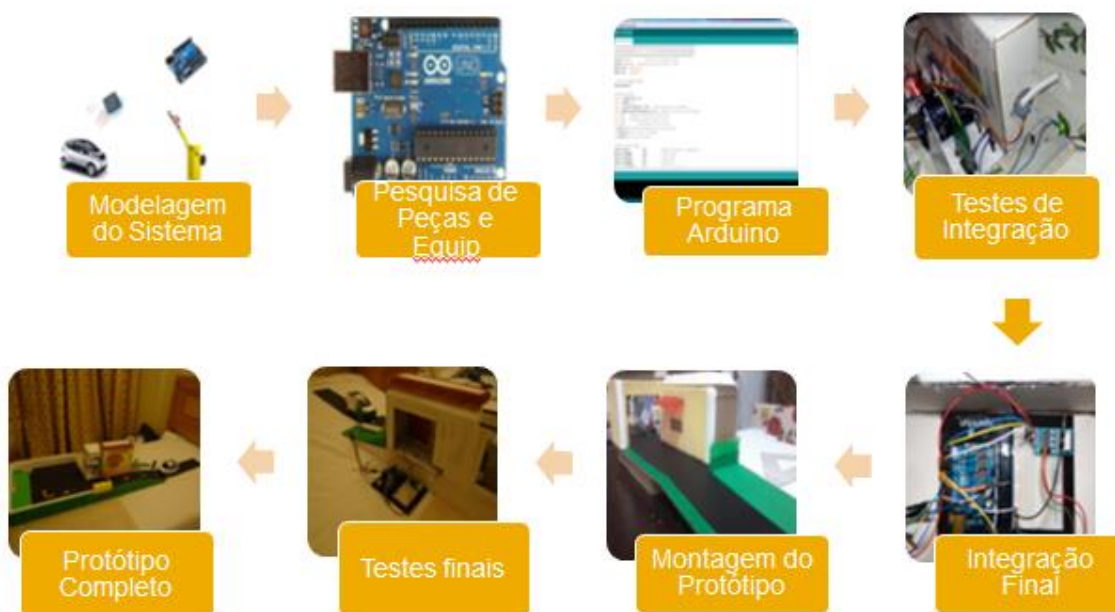


Figura 4.1 – Macro visão de todas as etapas do projeto (Autor)

4.1 APRESENTAÇÃO GERAL DO MODELO PROPOSTO

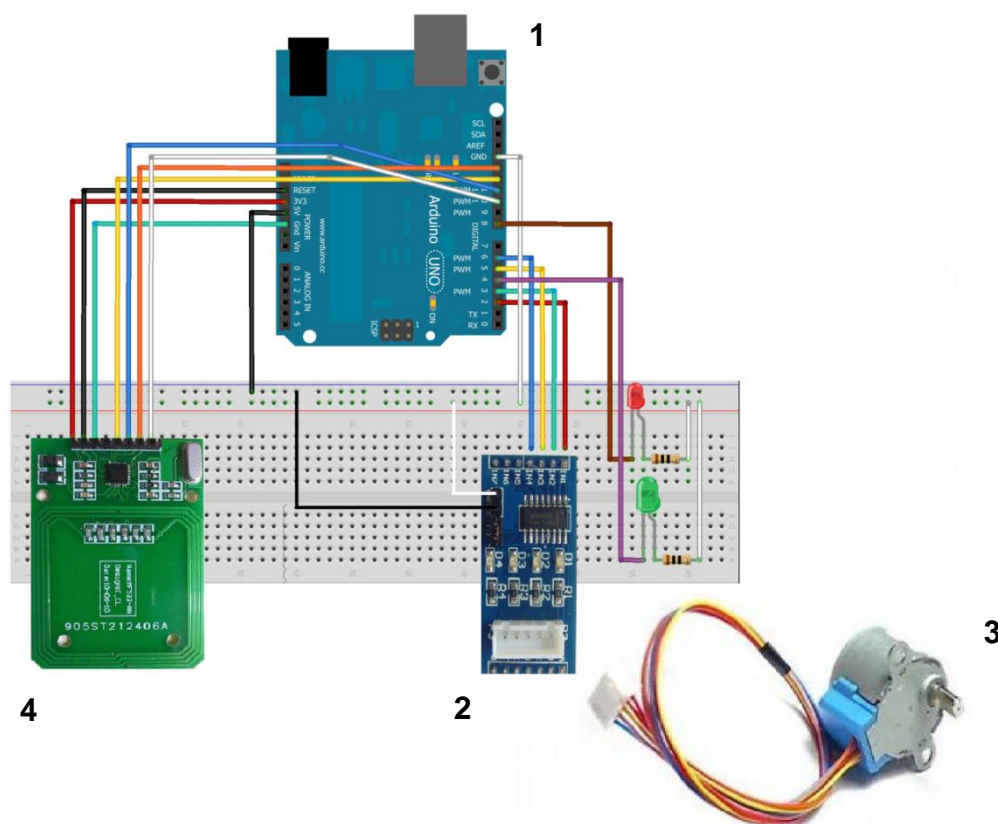


Figura 4.2 - Diagrama geral do projeto SEM PARAR (Autor).

Os elementos do hardware utilizado no projeto, são: 1. Placa Arduino Uno; 2. Controladora de Motor de Passo; 3. Motor de Passo; 4. Placa RFID – MF522-NA, as especificações dos componentes são relatadas a seguir.

4.2 PARTE FÍSICA (*HARDWARE*) Componentes materiais utilizados

4.2.1 PLACA ARDUINO UNO

A placa Arduino Uno modelo R3, apresentada na figura 4.3, contém como micro controlador o chip ATMEGA328 com sua especificação apresentada adiante. Possui quatorze entradas / saídas digitais, das quais seis podem ser usadas como saídas PWM, seis entradas analógicas e um botão de reset. Ela está equipada para suportar o micro controlador e basta conectá-la a um computador com um cabo USB ou ligá-la a um adaptador AC / DC ou bateria.

Se ligada a um computador (conexão USB), opera com a tensão de 5 V. Se ligada a uma fonte externa, o fabricante recomenda de 6 a 12 volts (ARDUINO, 2013).



Figura 4.3 - Placa Arduino Uno R3

Fonte: ARDUINO2 (2013)

4.2.1.1 MICRO CONTROLADOR ATMEGA328

Na figura 4.4 é apresentado a pinagem do micro controlador ATMEGA328, chip que integra a placa Arduino:

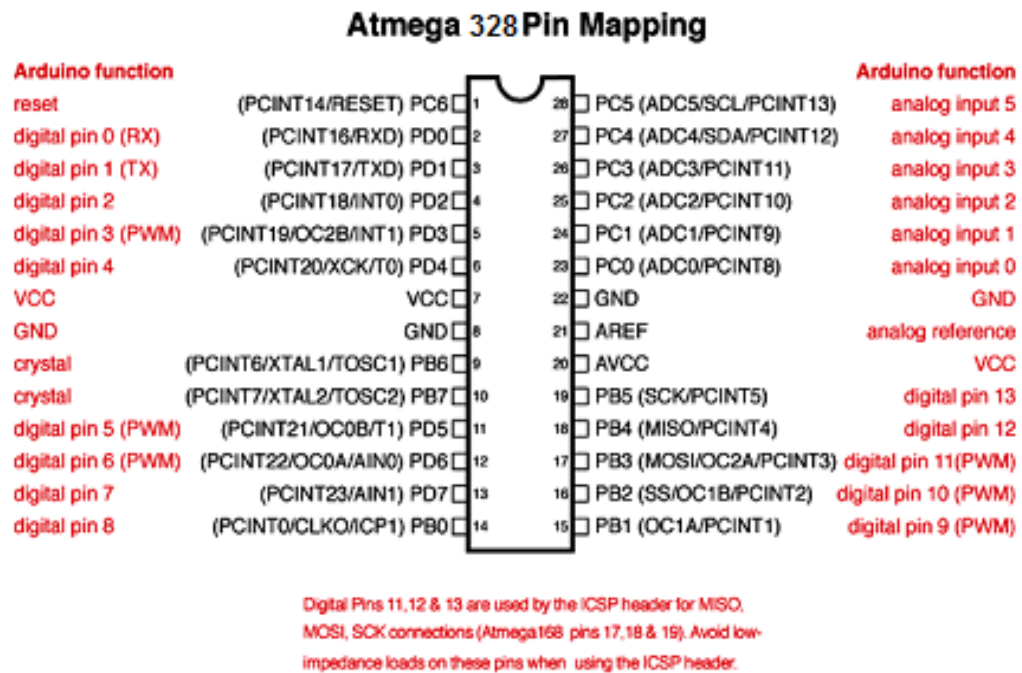


Figura 4.4 - Pinagem do micro controlador Atmega328

Fonte: ARDUINO3 (2013)

4.2.2 CONTROLADORA DE MOTOR DE PASSO

Na figura 4.5 ilustra a placa denominada pelo fabricante de ULN2003, a controladora do motor de passo.



Figura 4.5 - ULN2003 placa para de motor de passo

Fonte: LCTECH (2013)

4.2.2.1 ESPECIFICAÇÕES DA PLACA ULN2003

De acordo com o fabricante LCTECH2 (2013), a placa ULN2003 apresenta a seguinte especificação:

- Chip ULN2003A que ativa o motor de passo;
- Facilidade de conexão a todos os pinos do chip;
- Pino de 5-12V fornece energia;
- Na placa tem quatro indicadores de sinal;
- Socket XH-5P que pode ser conectado diretamente a um motor de passo;
- Modelo 28BYJ48;
- Tamanho da placa: 40,5 mm x 21,3 mm.

4.2.3 MOTOR DE PASSO

Existem no mercado diversos modelos de motor de passo. O modelo utilizado no protótipo, 28BYJ48, é apresentado na figura 4.6:



Figura 4.6 - Motor de passo modelo 28BYJ48 de 5V

Fonte: MINIINTHEBOX (2013)

4.2.3.1 ESPECIFICAÇÃO DO MOTOR DE PASSO

Segundo SMALL (2013) o motor de passo utilizado no projeto tem a seguinte especificação:

Modelo 28BYJ48

- Tensão de 5 V DC
- Fase: 4
- Corrente: 92 mA
- Resistência 130 Ω
- Ângulo do passo: 5,625°
- Frequência: máxima: 800 pps; mínima: 500 pps;
- Torque $\geq 78,4$ mN.m
- Peso: 30 g

CAPÍTULO 5 - IMPLEMENTAÇÃO

Neste capítulo são apresentados tópicos fundamentais para compreensão geral da implementação do projeto. Foram definidas as etapas necessárias para isso, a saber:

- Modelagem do sistema;
- Elaboração do código fonte;
- Montagem do protótipo.

5.1 Modelagem do sistema

Na primeira etapa da implementação foi realizada a modelagem do sistema proposto e, para tal, foi desenvolvido um fluxograma para melhor ilustrar o funcionamento desejado do protótipo.

O fluxograma – mostrado na figura 5.1 – ilustra o fluxo geral do sistema, numa visão macroscópica de suas funcionalidades desde reconhecimento das *Tag's* até abertura da cancela.

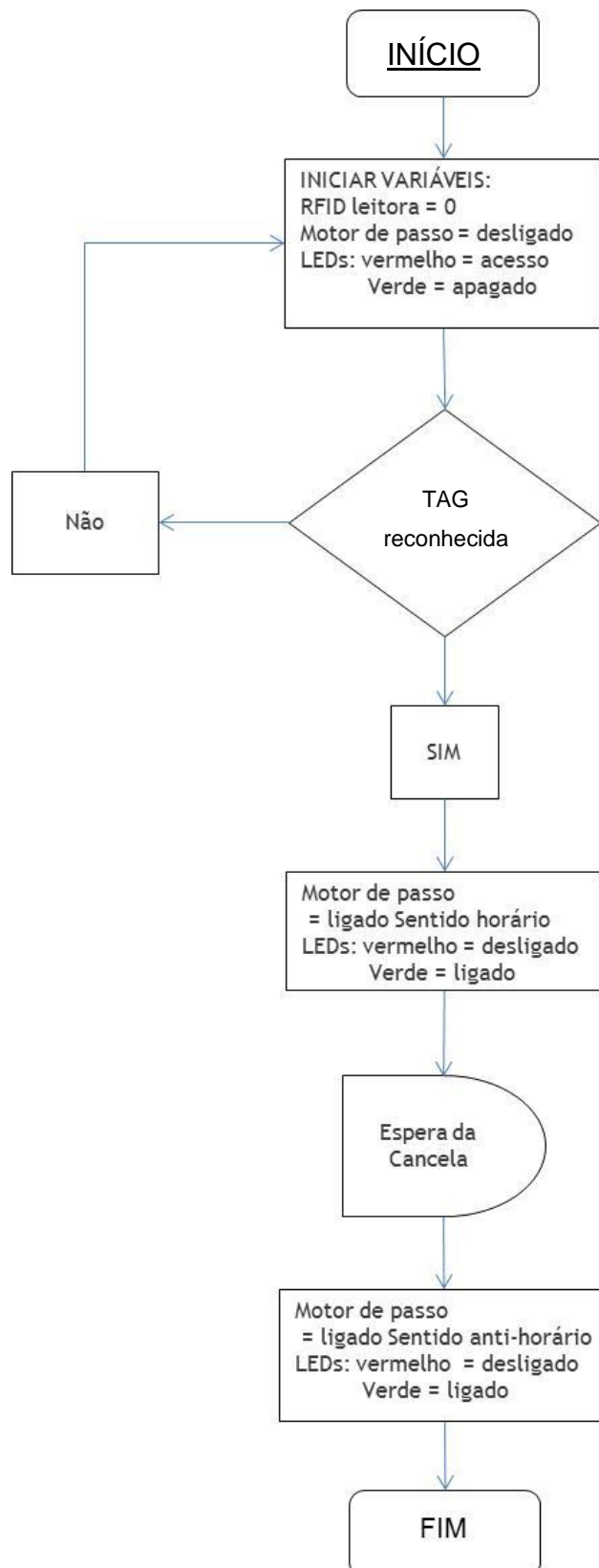


Figura 5.1 - Fluxograma do sistema gerenciador do SEM PARAR (Autor)

5.2 Elaboração do código fonte

Após a modelagem do sistema concluída, a próxima etapa foi à elaboração do código fonte e gravação no micro controlador. Para escrita das linhas de comando, compilação e gravação do código foi utilizada a ferramenta Arduino IDE que é fornecida pelo fabricante.

5.2.1 Escrita do Código Fonte

Todo o código foi escrito na linguagem de programação do Arduino, que implementa *Processing* e C. De acordo com o fluxograma apresentado na seção 5.1 – Modelagem do sistema – e a pinagem utilizada definida na tabela 5.1 – Pinagem da placa Arduino UNO utilizada neste projeto – é possível definir as diretivas de pré-compilação e as variáveis.

Tabela 1 – Pinagem da placa Arduino UNO utilizada neste projeto

PINO ARDUINO	PINO MF522-AN	DESCRIÇÃO
3.3V	1	Alimentação da placa RFID
Reset	2	Controle alimentação
GND	3	Aterramento do sistema
12	5	Master In Slave Out - MISO
11	6	Master Out Slave In - MOSI
13	7	Clock Serial - SCK
10	8	Slave Select - SS
PINO ARDUINO	PLACA ULN2003	DESCRIÇÃO
5V	VCC	Alimentação da placa
GND	GND	Aterramento placa
2	1	Controle de Sinal
3	2	Controle de Sinal
5	3	Controle de Sinal
6	4	Controle de Sinal

5.2.1.1 DIRETIVAS DE PRÉ-COMPILAÇÃO

As diretivas da placa de RFID, devido a sua alta complexidade de funcionamento, foram obtidas dos fóruns Arduino.cc e labdegaragem³, assim como a estruturação do funcionamento da mesma.

```

Projeto_RFID_FINAL | Arduino 1.0.3
File Edit Sketch Tools Help

Projeto_RFID_FINAL

//#####DIRETIVAS DE PRÉ-COMPILAÇÃO#####
//Bibliotecas de Comunicação de RFID
#include <SPI.h>
//Biblioteca para controle de Motor de Passo
#include <Stepper.h>
#define uchar unsigned char
#define uint unsigned int

// Array de comprimento máximo
#define MAX_LEN 16

//Definição dos pines
const int chipSelectPin = 10;
const int NRSTPD = 5;
const int passosVoltaCompleta = 1000; // numero de passos por volta completa
Stepper meuMotor(passosVoltaCompleta,2,5,6,3); //Sequencia de Sinal para o motor de passo
int v = 12; //Definição da Velocidade do Motor de Passo
int a = -10; //Direção Anti-horário do Motor de Passo
int a = 10; //Direção Horário do Motor de Passo
int passos = 50; //Definição de quantos passos o motor deve girar
int ledvermelho = 8; // Porta do led Vermelho
int ledverde = 4; //Porta do led Verde

// MF522 palavra de comando
#define PCD_IDLE 0x00 // Nenhuma ação: cancelar o comando atual
#define PCD_AUTHENT 0x0E // Verificar chave
#define PCD_RECEIVE 0x08 // Receber dados
#define PCD_TRANSMIT 0x04 // Enviar dados
#define PCD_TRANSCEIVE 0x0C // Enviar e receber dados


```

Figura 5.2 - Código fonte, diretivas de pré-compilação. (Autor)

Após definir as diretivas de pré-compilação e as variáveis, é necessário definir que parte do código-fonte deve executar apenas uma única vez. Na linguagem de programação Arduino, utiliza-se a função *setup* para o que se executará, apenas na inicialização do sistema.

³ <http://forum.arduino.cc/index.php?topic=111113.0>;

http://labdegaragem.com/forum/topics/ m-dulo-rfid-mf522-an?xg_source=activity



```
Projeto_RFID_FINAL | Arduino 1.0.3
File Edit Sketch Tools Help

Projeto_RFID_FINAL

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  // Começa a biblioteca SPI:
  SPI.begin();

  // pinMode(CANAL, OUTPUT);
  pinMode(chipSelectPin, OUTPUT); // Set pino digital 10 como saída para conectá-lo ao RFID / Habilitar PIN
  digitalWrite(chipSelectPin, LOW); // Ative o leitor de RFID
  pinMode(NRSTPD, OUTPUT); // conjunto digital pin 10 , Not Reset and Power-down
  digitalWrite(NRSTPD, HIGH);
  MFRC522_Init();

  meuMotor.setSpeed(v); //Set a velocidade do Motor de passo

  pinMode(ledvermelho, OUTPUT); //Set led vermelho
  pinMode(ledverde, OUTPUT); //Set led verde
}

1 Arduino Uno on COM3
```

Figura 5.3 – Código fonte, chamada de inicia (Autor)

Essa função de inicialização basicamente define qual pino será utilizado para a comunicação do leitor de RFID, definição dos pinos dos *leds* e o *set* de velocidade do motor de passo. Cada uma das funções apresenta no código possui comentário indicativo de sua funcionalidade.

Depois de inicializado, o sistema entra em laço de repetição infinito, definido na linguagem de programação Arduino com a função *loop*. O código desenvolvido ilustra o laço de repetição de acordo com a modelagem proposta.

```

void loop()
{
    uchar i,tmp;
    uchar status;
    uchar str[MAX_LEN];
    digitalWrite(ledvermelho, HIGH);
    digitalWrite(ledverde, LOW);

    status = MFRC522_Request(PICC_REQIDL, str)//Leitura da TAG que se aproxima.
    if (status == MI_OK)
    {
        Serial.println("Cartao Autorizado! ");

        digitalWrite(ledvermelho, LOW);
        digitalWrite(ledverde, HIGH);

        while(passos>=0) { // Enquanto o valor de passos for maior ou igual a zero
            meuMotor.step(s);
            passos--; // Decrementa a variável "passos"
        }
        passos = 50; //Carrega os passos para o fechamento da cancela
        delay(1000); //Cancela aberta por 1segundo

        while(passos>=0) { // Enquanto o valor de passos for maior ou igual a zero
            meuMotor.step(a);
            passos--; // Decrementa a variável "passos"
        }
    }
}

```

Figura 5.4 – Código fonte, chamada do laço (Autor)

Neste laço de repetição infinito tem-se o corpo principal do sistema, onde a antena de RFID fica aguardando uma ação do cartão de identificação, quando a leitora capta uma TAG, é feita a validação do cartão. Após essa, analise o fluxo do processo segue com o desligamento do *led* vermelho e acionamento do *led* verde, para que a cancela gire apenas 90° no sentido horário são necessários 50 passos, ao término deles, a cancela fica suspensa por 1 segundo, aonde são necessários mais 50 passos no sentido anti-horário para a cancela voltar no seu estado normal, e para a leitora de RFID volta para o estado de monitoramento.

As funções de monitoramento de estado meio, de leitura, gravação e validação foram desenvolvidas pelo fabricante da antena.

Todo o código fonte é apresentado no Apêndice A.

5.3 Montagem do protótipo

Inicialmente o projeto foi montado utilizando a placa Arduino sobre *protoboard*⁴, conectando os componentes por meios de *jumpers*⁵. Esta etapa foi necessária para realização dos testes iniciais do funcionamento do motor de passo. Após os testes, a etapa seguinte foi conectar simultaneamente a placa RFID e a placa controladora do motor de passo junto com a placa Arduino. Além disso, foi escrito o código para controle simultâneo da leitura de RFID e resposta do motor de passo. Na sequência, foi realizado teste para ajuste do tempo de abertura/fechamento do motor de passo assim como teste da distância (mínima e máxima) necessária para que a *tag* atue sobre o circuito proposto.

O ambiente simulando a entrada de um condomínio foi a etapa final, com a montagem de uma maquete na qual foi instalada a estrutura eletrônica para viabilizar a execução do sistema.

A maquete utilizada simula um ambiente o mais aproximado possível de uma entrada de um condomínio. Para confecção, foram utilizados os seguintes materiais:

- Placas de isopor;
- Caixa de papelão;
- Lixa de parede;
- Carro por controle remoto.

⁴ Uma placa de ensaio ou matriz de contato, (ou protoboard, ou breadboard em inglês) é uma placa com furos e conexões condutoras para montagem de circuitos elétricos experimentais.

⁵ Jumper é uma ligação móvel entre dois pontos de um circuito eletrônico.



Figura 5.5 – Maquete no início do desenvolvimento Fonte: (Autor)

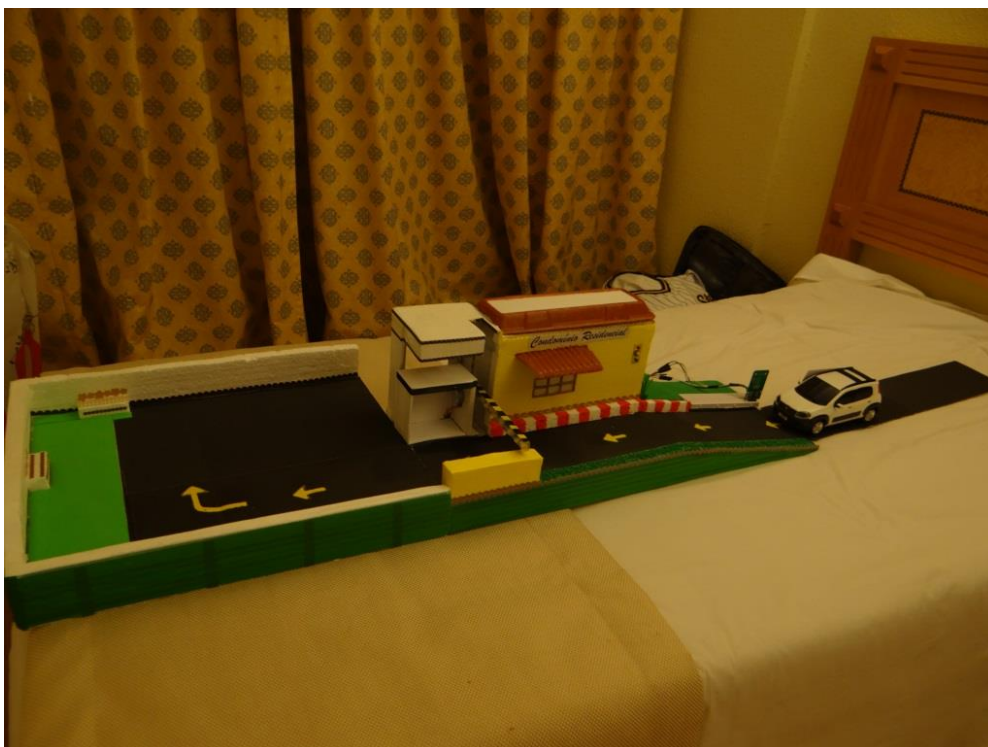


Figura 5.6 – Maquete Final Fonte: (Autor)

Finalizada a maquete, começou-se o trabalho de acoplamento do circuito desenvolvido para facilitar a fixação do Arduino UNO R3 da *protoboard* foi utilizada uma base própria para esse tipo de placa. Já a antena de RFID ficou acoplada em um segundo *protoboard* para que ela possa estar em contato com o veículo, o motor de passo ficou acoplado em uma caixa de suporte.

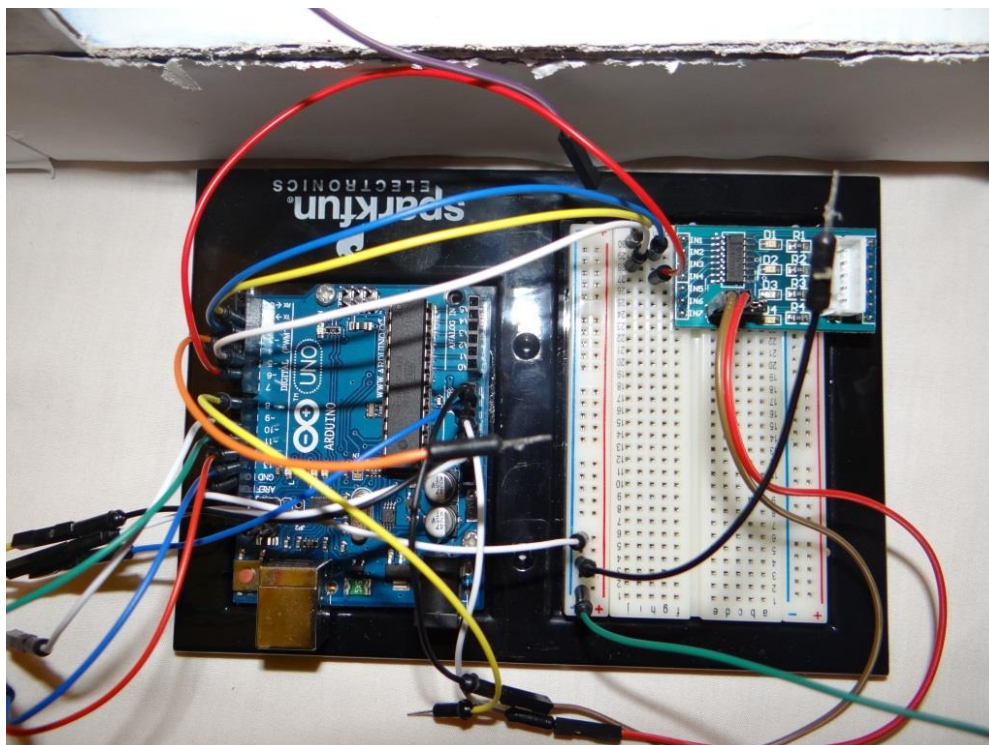


Figura 5.7 – Placa Arduino e Protoboard na base Fonte: (Autor)

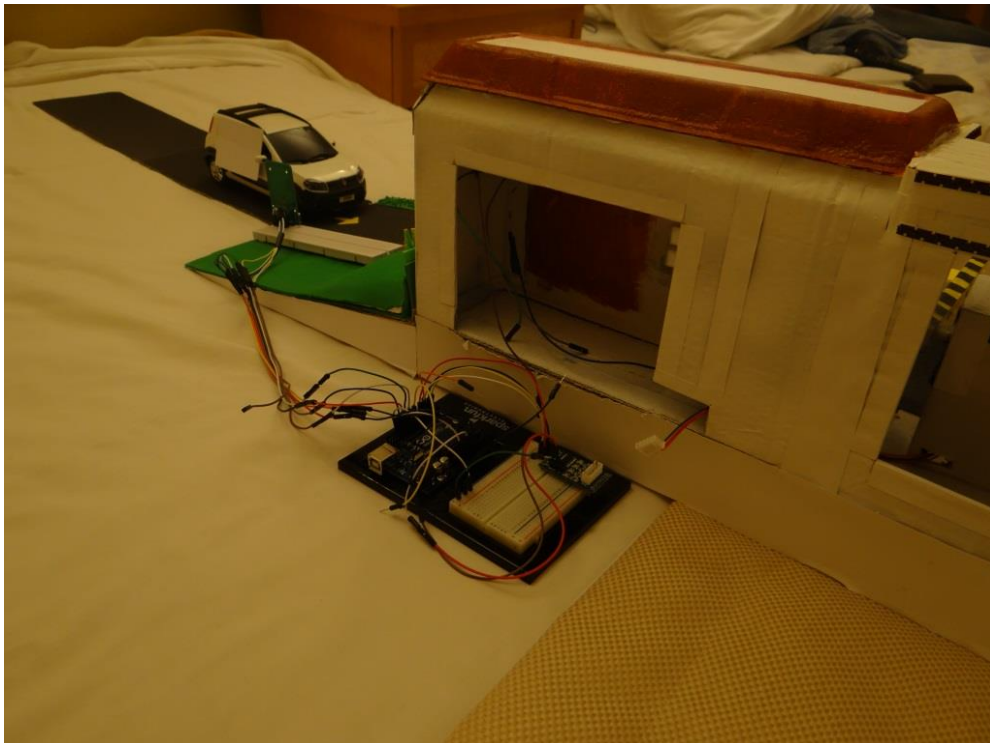


Figura 5.8 – Placa Arduino e antena de RFID no segundo protoboard Fonte: (Autor)



Figura 5.9 – Motor de Passo Fonte: (Autor)

CAPÍTULO 6 - RESULTADOS OBTIDOS

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos para chegar à solução do problema apresentado no Capítulo 2 – Apresentação do Problema – através da realização de simulações. São apresentados também alguns problemas encontrados.

6.1 Simulações

Nesta fase do trabalho, foram testadas todas as funcionalidades propostas do dispositivo de forma a simular um ambiente real. As simulações realizadas tiveram como metas a obtenção dos seguintes resultados:

- Funcionamento da Leitora de RFID;
- Ativação do Motor de Passo;
- Comunicação entre o RFID e Motor de Passo;
- Cálculo da distância ideal entre Cancela e o Receptor RFID;

As simulações ocorreram de forma faseada ao longo do desenvolvimento do projeto.

1. O primeiro teste realizado foi avaliar o comportamento da leitora de RFID; na simulação foi constatado que o cartão de identificação precisa estar a uma distância máxima de 5 centímetros do receptor, isso se deve à baixa frequência de 13,5 Mhz que é emitida pela antena.

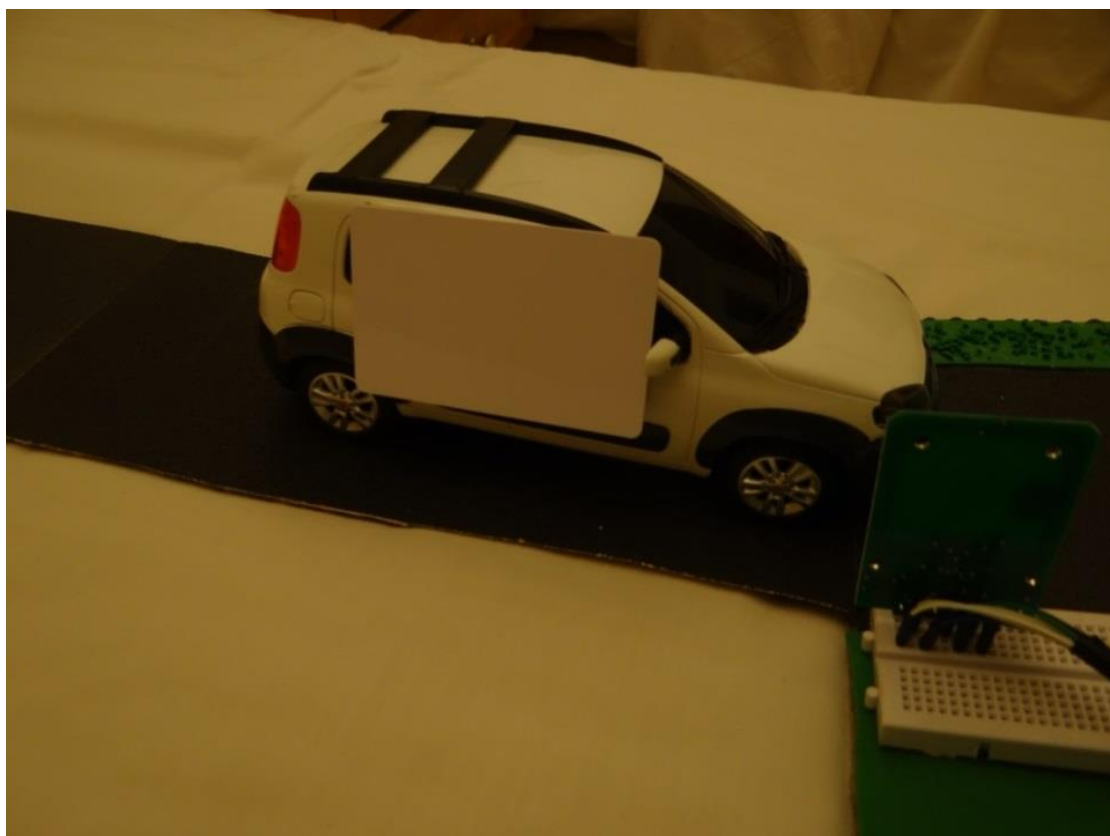


Figura 6.1 – Acionamento da TAG Fonte: (Autor)

2. O Segundo teste foi realizado com o Motor de Passo que através da placa Motorshield – apresentada no item 4.2.2 - faz o controle do envio dos pulsos elétricos para o motor de passo. A escolha do motor de passo foi devido a sua precisão.

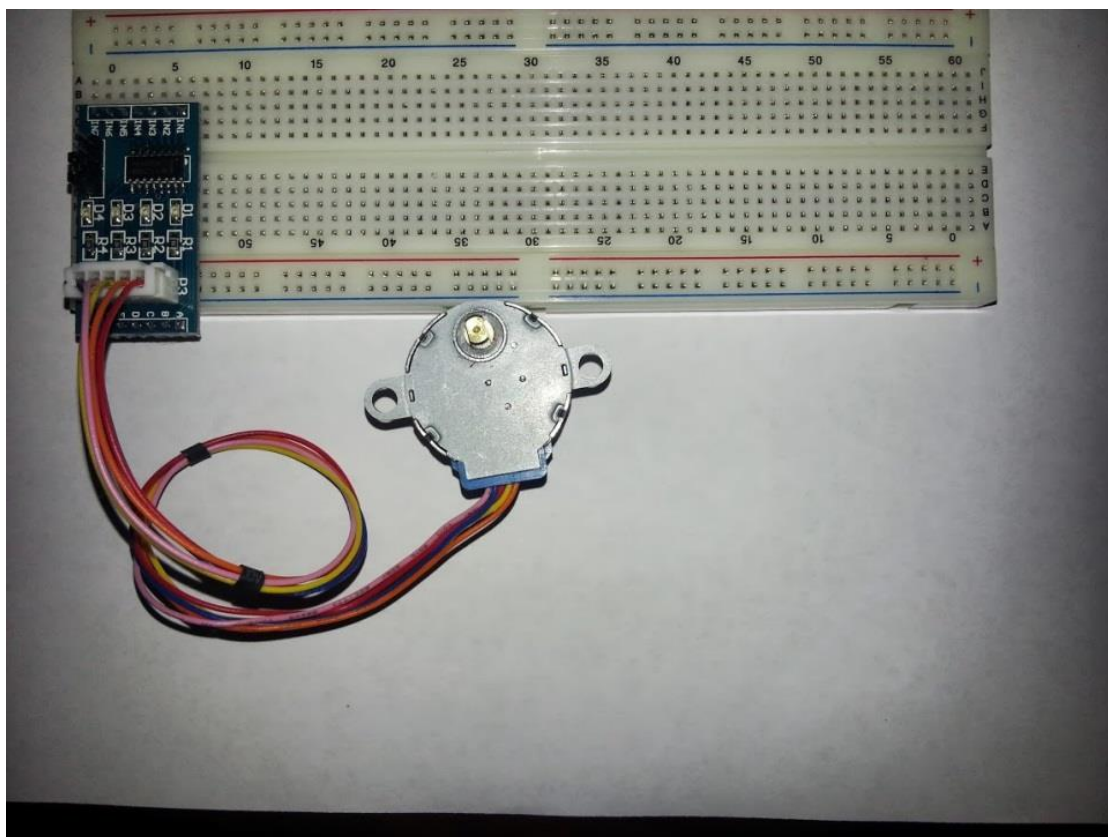


Figura 6.2 – Motorshield com Motor do Passo Fonte: (Autor)

3. O terceiro teste realizado foi conciliar as duas tecnologias utilizadas no protótipo com o acionamento do cartão de identificação e a validação do mesmo, emitindo o pulso elétrico necessário para abertura da cancela.

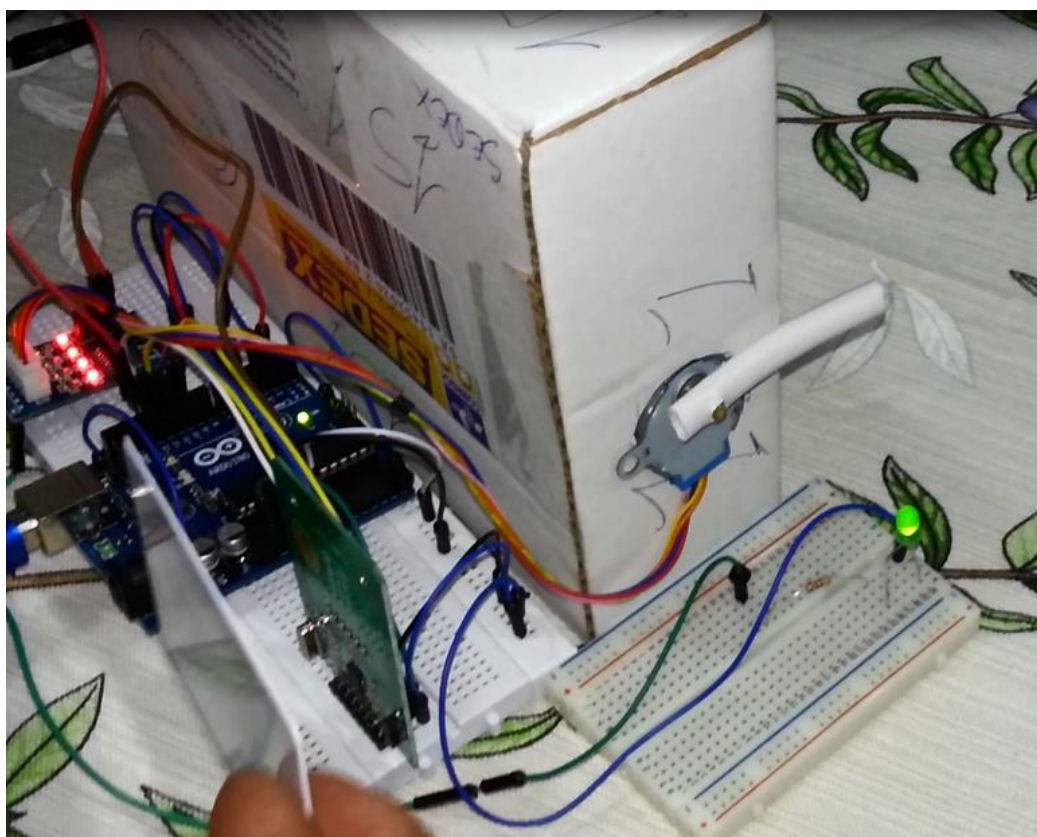


Figura 6.3 – Primeira simulação do protótipo Fonte: (Autor)

4. O quarto e último teste realizado foi o cálculo da distância entre a cancela e a leitora de RFID para determinar uma velocidade média aceitável para que carro não colida na entrada. Para chegar ao resultado foi preciso cronometrar o tempo de abertura total da cancela, a mesma leva 2,5 segundos e fica em estado de espera por 1s; o segundo passo foi colocar a leitora em uma distância aceitável para o carro não ficar com uma velocidade extremamente baixa. A velocidade média de um veículo é calculada levando em conta o espaço percorrido e o tempo levado para percorrer tal

espaço. Ao dividirmos espaço por tempo obtemos a velocidade média do veículo. Como já tenho o tempo determinado, a distância ideal encontrado foi de 0,57m, fazendo o calculo velocidade $V_m = S/t$, chegou ao seguinte resultado de 0,22m/s.



Figura 6.4 – *Simulação de abertura da cancela* Fonte: (Autor)

6.2 Problemas Encontrados

Durante o desenvolvimento do projeto, alguns problemas e dúvidas surgiram, o primeiro desafio imposto foi em relação à linguagem de programação Arduino. Apesar da programação neste microcontrolador ser em linguagem C, esta possui algumas particularidades. Na etapa de conexão entre os diversos componentes do projeto (placa de RFID e o Motor de Passo) juntamente com o Arduino, houve problemas de entendimento de como cada

componente funcionava. Para isto, foram realizados testes independentes, para compreensão de cada uma das partes.

Durante a realização de testes com o carrinho de controle remoto na maquete, ocorreram problemas de falta de aderência na superfície, por ser de cartolina, o carrinho por possuir um elevado *torque*⁶ fazia com que a sua roda girasse em falso e acabava saindo do traçado. Desta forma, o carrinho não conseguia manter uma velocidade média estável e que afetava toda a demonstração do projeto. Após uma simples adição de lixa de parede, foi possível encontrar a aderência necessária para ter uma dirigibilidade mais adequada.

⁶ O torque é definido como a fração da força aplicada sobre um objeto que é efetivamente utilizada para fazê-lo girar em torno de um eixo ou ponto central, conhecido como ponto pivô ou ponto de rotação.

CAPÍTULO 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1 Conclusão

A sociedade atual presencia constantemente o surgimento de novas tecnologias que, por sua vez, chegam às casas dos consumidores de várias maneiras, por exemplo, por meio de sua utilização em serviços e procedimentos.

Observa-se que nas áreas de conforto e segurança o emprego da tecnologia torna-se imprescindível, pois são itens presentes diariamente na vida de todos os cidadãos. Um exemplo em que ambas se aplicam é no ato diário de muitos moradores ou frequentadores de condomínios residenciais e comerciais ao ingressar nas garagens desses locais, onde estão envolvidos mecanismos tecnológicos, recursos humanos, itens de segurança e trânsito.

Ao se considerar este cenário, no presente trabalho foi desenvolvido um protótipo com o objetivo de apresentar uma alternativa que pudesse minimizar os problemas identificados no início deste documento, com o uso da tecnologia de Identificação por Rádio Frequência (RFID) na automatização do acionamento de portões elétricos e cancelas em substituição aos métodos tradicionais de controle remoto. Essa tecnologia é utilizada no sistema “sem parar”, em que os veículos são identificados automaticamente, ainda em movimento e sem a intervenção do motorista, por meio da leitura de uma etiqueta eletrônica fixada no interior do veículo.

Para tanto foi necessário identificar os requisitos de viabilização da implantação do sistema proposto relacionados à estrutura adequada do condomínio no que diz respeito à distância da instalação da antena de RFID para a cancela de entrada e o tempo de abertura e fechamento da mesma. A partir dessas variáveis foi calculada a velocidade média de aproximação do veículo.

A partir da análise do sistema “sem parar” e de referencial teórico foram buscadas inovações tecnológicas que viabilizassem a construção do protótipo. Ressalta-se também que as disciplinas cursadas, tais como Micro

Controladores, Lógica Digital, Física, entre outras, foram balizadoras na implementação e utilização dos materiais.

Apesar dos problemas encontrados no desenvolvimento deste projeto, os objetivos foram alcançados. A partir dos testes realizados foi possível avaliar o desempenho do protótipo como satisfatório para as funcionalidades propostas, prezando pela segurança e comodidade do condutor, e otimizando o fluxo de trânsito próximo a entrada de garagens.

No entanto, existe a possibilidade de que quando o veículo passar fora da área de captação da antena, ele tenha que parar e realizar o retorno para uma nova autenticação. Para os veículos que não possuem os cartões de identificação ainda se fará necessário o uso de métodos tradicionais de segurança para acessar os condomínios.

Devido à necessidade de otimizar os espaços urbanos nas metrópoles, principalmente diante do crescimento da construção civil e da falta de planejamento urbano, fica difícil a utilização do sistema “sem parar” em função da curta distância existente entre o portão e a via pública dos condomínios. Já em uma cidade planejada, como Brasília, a implantação desse método é facilitada devido à valorização dos espaços.

É possível, portanto, concluir que os resultados obtidos com o desenvolvimento deste projeto cumpriram as propostas e objetivos planejados e que o protótipo encontra-se em funcionamento e operando de acordo com o previsto e programado.

7.2 Proposta para trabalhos Futuros

Controle e automação condominial tem se mostrado uma área em grande crescimento nos últimos anos e, com isso, projetos como este tem ganhado espaço no mercado atual. Algumas propostas de desenvolvimento para este projeto são:

- Implementação de infravermelho para controle da cancela;
- Implementação de um sistema de gerenciamento de controle de acesso;

- Substituição do sistema de RFID para um sistema de reconhecimento biométrico de placas veiculares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA EFE. Diga adeus ao código de barras, 2013. Disponível em: <<http://tecnologia.terra.com.br/interna/0,,OI552554-EI4803,00.html>> Acesso em: 18 Mar. 2013.

ARDUINO, Team, Página oficial do Arduino, 2013. Disponível em: <www.arduino.cc> Acesso em: 12 Abr. 2013.

ARDUINO2, Team, Arduino Uno R3 Front, 2013. Disponível em: <<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>> Acesso em: 30 Abr. 2013.

ARDUINO3, Team, ATmega168/328-Arduino Pin Mapping, 2013. Disponível em: <<http://arduino.cc/en/Hacking/PinMapping168>> Acesso em: 13 Abr. 2013.

ARDUINO4, Team, Arduino playground, 2013. Disponível em: <<http://playground.arduino.cc/Portugues/HomePage>> Acesso em: 04 Jun. 2013.

AVER, Rodrigo. RFID: Rádio Frequency Identification, 2004. Disponível em: <<http://www.tracesistemas.com.br:81/artigo-detalle.php?id=10>>. Acesso em: 4 Mar. 2013.

CIRIACO, Douglas, Como funciona a RFID?, 2009. Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/tendencias/2601-como-funciona-a-rfid-.htm>> Acesso em: 01 Jun. 2013.

DELGADO, Tiago. RFID – A Hora do RFID, 2006. Disponível em: <<http://www.link.pt/upl/%7B67ac2902-506a-4dbc-984f-29a6aad4da69%7D.pdf>> Acesso em: 5 Mar. 2013.

DIAS, Renata Rampim de Freitas; Baladei, Suely De Pieri, Diferenças entre as frequências do sistema RFID passivo, 2013, Disponível em: <<http://brasil.rfidjournal.com/artigos/vision?9591/>> Acesso em: 08 Jul. 2013

LCTECH, Team, Página oficial, 2013. Disponível em: <<http://www.lctech-inc.com/Hardware/>> Acesso em: 14 Abr. 2013.

LCTECH2, Team, Especificação, 2013. Disponível em: <<http://www.lctech-inc.com/Hardware/Detail.aspx?id=f8364b6f-346b-48dd-af91-0fed4d56dd6c>> Acesso em: 14 Abr. 2013.

MARQUES, Eugenia, Reportagem testa a segurança em condomínios, 2011. Disponível em: <<http://www.recordbrasil.com/site/2011/06/reportagem-testa-a-seguranca-em-condominios>> Acesso em: 30 Mar 2013.

MCCULLAGH, Declan. RFID tags: Big Brother in small packages, 2003. Disponível em: <<http://news.com.com/2010-1069-980325.html>>. Acesso em: 19 Mar 2013.

MINIINTHEBOX, Team, Motor de Passo de 5 Fios 4 Fases 5V, 2013. Disponível em: <http://www.miniinbox.com/pt/5v-4-fase-5-fios-motor-de-passo-engrenagem-do-motor-28byj-48-5v_p394571.html> Acesso em: 24 Abr. 2013.

NARCISO, Marcelo Gonçalves, GLOBAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (ISSN 1984 - 3801), 2009.

NAVARRO, Pedro Luís Kantek G, Código de Barras, 2006. Disponível em: <<http://www.batebyte.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=864>> Acesso em: 27 Mar 2013.

NETCOM. RFID, 2013. Disponível em: <<http://netcomcorporate.com.br/solucoes-1/solucoes/rfid>>. Acesso em: 06 Mar 2013.

PAIVA, Luiz de, RFID: Vantagens e Benefícios, 2006. Disponível em: <<http://ogereente.com/logisticando/2006/12/22/rfid-vantagens-e-beneficios/>> Acesso em: 01 Jun. 2013.

PINHEIRO, José Mauricio Santo. RFID - Identificação por Rádio frequência, 2004. Disponível em: < http://www.projetoederedes.com.br/artigos/artigo_identificacao_por_radio_frequencia.php >. Acesso em: 2 Mar. 2013.

PORTO, Thiago, Entendendo um pouco sobre RFID, 2005. Disponível em: <<http://imasters.com.br/artigo/3731/tendencias/entendendo-um-pouco-sobre-rfid/>> Acesso em: 01 Jun. 2013.

REUTERS, Construção civil no Brasil deve crescer de 3,5% a 4% em 2013, 2013. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/economia/noticias/construcao-civil-no-brasil-deve-crescer-de-3-5-a-4-em-2013>> Acesso em: 2 Mai 2013.

RFIBR. Tag's RFID,2008. Disponível em: <<http://www.rfidbr.com.br/index.php/tags-rfid.html> >. Acesso em: 06 Mar 2013.

RFID.PT. Tags activos vs passivos, 2006. Disponível em: <<http://rfidpt.wordpress.com/>> Acesso em 4 Mar. 2013.

SANKEL, Fuji. Hitachi Develops RFID Powder, 2010. Disponível em: <<http://www.wholetruthcoalition.org/2009/10/21/hitachi-develops-rfid-powder/>> Acesso em: 06 Mar. 2013.

SECURITY, gps team, Sem Parar - Identificação Automática de Veículos ,2013. Disponível em: <<http://www.gpsecurity.com.br/semparar.html>> Acesso em: 01 Jun. 2013.

SMALL, Steppers, Small Stepper Motor and Driver Board, 2013. Disponível em: <www.arduino-info.wikispaces.com/SmallSteppers> Acesso em:16 Abr. 2013.

VIAFACIL, Stafe, Vantagens e custo beneficiam, 2013. Disponível em:
<<http://www.viafacil.com.br/para-voce/vantagens/>> Acesso em: 01 Jun. 2013.

ANEXO - ESPECIFICAÇÕES DA PLACA ARDUINO

A placa Arduino Uno R3 apresenta a seguinte especificação (ARDUINO2, 2013):

- Micro controlador ATMEGA328;
- Tensão de funcionamento 5 V;
- Tensão de entrada (recomendado) 7-12 V;
- Tensão de entrada (limites) 6-20 V;
- 14 pinos digital de I/O (onde 6 fornece uma saída PWM);
- 6 pinos de entrada analógica;
- Corrente DC por pino I/O 40 mA;
- Corrente DC para pino de 3,3 V 50 mA;
- Memória Flash 32 KB (ATmega328) do qual 0,5 KB é usado para carga inicial (bootloader);
- SRAM 2 KB (ATMEGA328);
- EEPROM 1 KB (ATMEGA328);
- Velocidade de clock 16 Mhz.

Os pinos de energia são os seguintes:

- Vin: pode se fornecer tensão por este pino, quando a placa estiver conectada a uma fonte externa (6 a 12 v);
- 5 V: Fornece uma tensão de 5 V quando a placa está conectada ao computador (USB);
- 3,3 V: Fornece uma tensão de 3,3 V sempre que a placa estiver conectada via USB. Corrente máxima é de 50 mA;
- GND: pinos terra;
- IOREF: Este pino fornece a referência de tensão com que o Micro controlador opera. O micro controlador já vem configurado pode ler sua tensão permitindo selecionar a fonte de alimentação adequada ou habilitar conversores de tensão nas saídas de 5 V ou 3,3 V.

APÊNDICE A CÓDIGO FONTE DO DISPOSITIVO

```
/*#####*/
```

PROJETO FINAL - Engenharia da Computação - UniCEUB
1o. Semestre de 2013

ADRIEL KENDRICK DE MELLO
RA: 2022626/0

SEM PARA - CONTROLE DE ACESSO CONDOMINIAL VIA RFID

```
/*#####*/
```

DIRETIVAS DE PRÉ-COMPILAÇÃO

```
/*#####*/
```

```
#include <SPI.h>           //Biblioteca de Comunicação de RFID
#include <Stepper.h>        //Biblioteca para controle de Motor de Passo
#define uchar unsigned char
#define uint unsigned int

// Array de comprimento máximo
#define MAX_LEN 16

//Definição dos pinos
const int chipSelectPin = 10;
const int NRSTPD = 5;
const int passosVoltaCompleta = 1000; // numero de passos por volta completa
Stepper meuMotor(passosVoltaCompleta,2,5,6,3); //Sequencia de Sinal para o motor de passo
int v = 12; //Definição da Velocidade do Motor de Passo
int s = -10; //Direção Anti-horário do Motor de Passo
int a = 10; //Direção Horário do Motor de Passo
int passos = 50; //Definição de quantos passos o motor deve girar
int ledvermelho = 8; // Porta do led Vermelho
int ledverde = 4; //Porta do led Verde
```

```
// MF522 palavra de comando
#define PCD_IDLE 0x00 // Nenhuma ação; cancelar o comando atual
#define PCD_AUTHENT 0x0E // Verificar chave
#define PCD_RECEIVE 0x08 // Receber dados
#define PCD_TRANSMIT 0x04 // Enviar dados
#define PCD_TRANSCEIVE 0x0C // Enviar e receber dados
#define PCD_RESETPHASE 0x0F // Reset
#define PCD_CALC_CRC 0x03 // Cálculo do CRC
```

```
// Mifare_One palavra de comando cartão
#define PICC_REQIDL 0x26 // Encontrar a região antena não ir dormir
#define PICC_REQALL 0x52 // Encontrar a antena todas as cartas na região
#define PICC_ANTICOLL 0x93 // Anti-colisão
#define PICC_SEIECTTAG 0x93 // Selecionar cartão
#define PICC_AUTHENT1A 0x60 // Validação de uma chave
#define PICC_AUTHENT1B 0x61 // Verifique a chave B
#define PICC_READ 0x30 // Ler bloco
#define PICC_WRITE 0xA0 // Escreve bloco
#define PICC_DECREMENT 0xC0 // Débitos
#define PICC_INCREMENT 0xC1 //Recarregar
#define PICC_RESTORE 0xC2 // Ajuste de dados de bloco para o buffer
#define PICC_TRANSFER 0xB0 // Salvar os dados do buffer
#define PICC_HALT 0x50 // Sleep
```

```
// E MF522 comunicação, código de erro retornado
#define MI_OK 0
#define MI_NOTAGERR 1
#define MI_ERR 2
```

```
//-----MFRC522-----
//Page 0:Comando e Estado
#define Reserved00 0x00
```

```

#define CommandReg      0x01
#define CommIEReg       0x02
#define DivIEReg        0x03
#define CommIrqReg      0x04
#define DivIrqReg       0x05
#define ErrorReg        0x06
#define Status1Reg      0x07
#define Status2Reg      0x08
#define FIFODataReg     0x09
#define FIFOLevelReg    0x0A
#define WaterLevelReg   0x0B
#define ControlReg      0x0C
#define BitFramingReg   0x0D
#define CollReg         0x0E
#define Reserved01      0x0F
//Page 1: Comando
#define Reserved10      0x10
#define ModeReg         0x11
#define TxModeReg       0x12
#define RxModeReg       0x13
#define TxControlReg    0x14
#define TxAutoReg       0x15
#define TxSelReg        0x16
#define RxSelReg        0x17
#define RxThresholdReg   0x18
#define DemodReg        0x19
#define Reserved11      0x1A
#define Reserved12      0x1B
#define MifareReg       0x1C
#define Reserved13      0x1D
#define Reserved14      0x1E
#define SerialSpeedReg  0x1F
//Page 2: CFG
#define Reserved20      0x20
#define CRCResultRegM   0x21
#define CRCResultRegL   0x22
#define Reserved21      0x23
#define ModWidthReg     0x24
#define Reserved22      0x25
#define RFCfgReg        0x26
#define GsNReg          0x27
#define CWGsPReg        0x28
#define ModGsPReg       0x29
#define TModeReg        0x2A
#define TPrescalerReg   0x2B
#define TReloadRegH     0x2C
#define TReloadRegL     0x2D
#define TCounterValueRegH 0x2E
#define TCounterValueRegL 0x2F
//Page 3: Teste de Registro
#define Reserved30      0x30
#define TestSel1Reg     0x31
#define TestSel2Reg     0x32
#define TestPinEnReg    0x33
#define TestPinValueReg 0x34
#define TestBusReg      0x35
#define AutoTestReg     0x36
#define VersionReg      0x37
#define AnalogTestReg   0x38
#define TestDAC1Reg     0x39
#define TestDAC2Reg     0x3A
#define TestADCReg      0x3B
#define Reserved31      0x3C
#define Reserved32      0x3D
#define Reserved33      0x3E
#define Reserved34      0x3F
//-----
// 4 bytes de número de série do cartão, o byte de soma de verificação de 5-byte
uchar serNum[5];
uchar sectorKeyA[16][16] = {
    {
        0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF }
    ,
    {
        0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF }
};
// Quando você tentar de novo, por favor, alterá-la em sua nova senha

```

```

{
  0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF }
,
{
  0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF }
},
uchar sectorNewKeyA[16][16] = {
{
  0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF }
,
{
  0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0x07, 0x80, 0x69, 0x19, 0x84, 0x07, 0x15, 0x76, 0x14 }
,
{
  0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0x07, 0x80, 0x69, 0x19, 0x33, 0x07, 0x15, 0x34, 0x14 }
,
{
  0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0x07, 0x80, 0x69, 0x19, 0x33, 0x07, 0x15, 0x34, 0x14 }
},
};

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  // Começa a biblioteca SPI:
  SPI.begin();

  // pinMode(CANAL, OUTPUT);
  pinMode(chipSelectPin, OUTPUT); // Set pino digital 10 como saída para conectá-lo ao RFID / Habilitar PIN
  digitalWrite(chipSelectPin, LOW); // Ative o leitor de RFID
  pinMode(NRSTPD, OUTPUT); // conjunto digital pin 10 , Not Reset and Power-down
  digitalWrite(NRSTPD, HIGH);
  MFRC522_Init();

  meuMotor.setSpeed(v); //Set a velocidade do Motor de passo

  pinMode(ledvermelho, OUTPUT); //Set led vermelho
  pinMode(ledverde, OUTPUT); //Set led verde
}

void loop()
{
  uchar i,tmp;
  uchar status;
  uchar str[MAX_LEN];
  digitalWrite(ledvermelho, HIGH);
  digitalWrite(ledverde, LOW);

  status = MFRC522_Request(PICC_REQIDL, str)//Leitura da TAG que se aproxima.
  if (status == MI_OK)
  {
    Serial.println("Cartao Autorizado! ");

    digitalWrite(ledvermelho, LOW);
    digitalWrite(ledverde, HIGH);

    while(passos>=0) { // Enquanto o valor de passos for maior ou igual a zero
      meuMotor.step(s);
      passos--; // Decrementa a variável "passos"
    }
    passos = 50; //Carrega os passos para o fechamento da cancela
    delay(1000); //Cancela aberta por 1segundo

    while(passos>=0) { // Enquanto o valor de passos for maior ou igual a zero
      meuMotor.step(a);
      passos--; // Decrementa a variável "passos"
    }
    v=0;
    meuMotor.setSpeed(v);
  }
  v = 12;
  passos = 50;
  meuMotor.setSpeed(v);
  digitalWrite(ledvermelho, HIGH);
  digitalWrite(ledverde, LOW);
}

```

```

MFRC522_Halt(); // Estado dormindo
}

/*
 * Nome da função: Write_MFRC5200
 * Descrição: escrever um byte de dados para um registo em MFRC522
 * Parâmetros de entrada: addr - o endereço registo; VAL - valor a ser gravado
 * Valor de retorno: não
 */
void Write_MFRC522(uchar addr, uchar val)
{
    digitalWrite(chipSelectPin, LOW);
    SPI.transfer((addr<<1)&0x7E);
    SPI.transfer(val);
    digitalWrite(chipSelectPin, HIGH);
}

/*
 * Nome da função: Read_MFRC522
 * Descrição: ler um byte de dados a partir de um registo de MFRC522
 * Os parâmetros de entrada: addr - endereço registo
 * Valor de retorno: Retorna um byte ler dados
 */
uchar Read_MFRC522(uchar addr)
{
    uchar val;
    digitalWrite(chipSelectPin, LOW);
    SPI.transfer(((addr<<1)&0x7E) | 0x80);
    val =SPI.transfer(0x00);
    digitalWrite(chipSelectPin, HIGH);
    return val;
}

/*
 * Nome da função: SetBitMask
 * Descrição: conjunto RC522 bit de registo
 * Entrada: reg - endereço de registo; máscara - valor definido
 * Valor de retorno: não
 */
void SetBitMask(uchar reg, uchar mask)
{
    uchar tmp;
    tmp = Read_MFRC522(reg);
    Write_MFRC522(reg, tmp | mask); // set bit mask
}

/*
 * Nome da função: ClearBitMask
 * Descrição: bit de registo claro RC522
 * Entrada: reg - endereço de registo; máscara - valor Qing-bit
 * Valor de retorno: não
 */
void ClearBitMask(uchar reg, uchar mask)
{
    uchar tmp;
    tmp = Read_MFRC522(reg);
    Write_MFRC522(reg, tmp & (~mask)); // clear bit mask
}

/*
 * Nome da função: AntennaOn
 * Descrição: antenas abertas, cada vez que você iniciar ou fechar uma barreira natural entre a emissão deve ser de
 pelo menos 1ms intervalos
 * Entrada: Nenhuma
 * Valor de retorno: não
 */
void AntennaOn(void)
{
    uchar temp;

    temp = Read_MFRC522(TxControlReg);
    if (!(temp & 0x03))
    {
        SetBitMask(TxControlReg, 0x03);
    }
}

```



```

}

/*
 * Nome da função: AntennaOff
 * Descrição: antenas perto, cada vez que você iniciar ou fechar uma barreira natural entre a emissão deve ser de pelo
 menos 1ms intervalos
 * Entrada: Nenhuma
 * Valor de retorno: não
 */
void AntennaOff(void)
{
    ClearBitMask(TxControlReg, 0x03);
}

/*
 * Nome da função: ResetMFRC522
 * Descrição: RC522 Reiniciar
 * Entrada: Nenhuma
 * Valor de retorno: não
 */
void MFRC522_Reset(void)
{
    Write_MFRC522(CommandReg, PCD_RESETPHASE);
}

/*
 * Nome da função: InitMFRC522
 * Descrição: Inicializar RC522
 * Entrada: Nenhuma
 * Valor de retorno: não
 */
void MFRC522_Init(void)
{
    digitalWrite(NRSTPD,HIGH);
    MFRC522_Reset();

    //Timer: TPrescaler*TreloadVal/6.78MHz = 24ms
    Write_MFRC522(TModeReg, 0x8D);          //Tauto=1; f(Timer) = 6.78MHz/TPreScaler
    Write_MFRC522(TPrescalerReg, 0x3E);     //TModeReg[3..0] + TPrescalerReg
    Write_MFRC522(TReloadRegL, 30);
    Write_MFRC522(TReloadRegH, 0);

    Write_MFRC522(TxAutoReg, 0x40);         //100%ASK
    Write_MFRC522(ModeReg, 0x3D);

    AntennaOn();
}

/*
 * Função: MFRC522_Request
 * Descrição: Encontre cartões, leia o N ° tipo de cartão
 * Parâmetros de entrada: reqMode - encontrar maneira cartões
 *                               TagType - retorna o tipo de tipo de cartão
 *                               0x4400 = Mifare_UltraLight
 *                               0x0400 = Mifare_One(S50)
 *                               0x0200 = Mifare_One(S70)
 *                               0x0800 = Mifare_Pro(X)
 *                               0x4403 = Mifare_DESFire
 * Valor de retorno: o retorno bem sucedido MI_OK
 */
uchar MFRC522_Request(uchar reqMode, uchar *TagType)
{
    uchar status;
    uint backBits;

    Write_MFRC522(BitFramingReg, 0x07);     //TxLastBists = BitFramingReg[2..0]

    TagType[0] = reqMode;
    status = MFRC522_ToCard(PCD_TRANSCEIVE, TagType, 1, TagType, &backBits);

    if ((status != MI_OK) || (backBits != 0x10))
    {
        status = MI_ERR;
    }

    return status;
}

```

```

}

/*
* Nome da função: MFRC522_ToCard
* Descrição: RC522 e ISO14443 cartão de comunicação
* Parâmetros de entrada: comando - MF522 palavra de comando,
* SendData - RC522 enviado para os dados do cartão,
* SendLen - comprimento de dados enviados
* Retrospectivos - recebeu os dados do cartão é devolvido,
* BackLen - retorna o comprimento de bits de dados
* Valor de retorno: o retorno bem sucedido MI_OK
*/
uchar MFRC522_ToCard(uchar command, uchar *sendData, uchar sendLen, uchar *backData, uint *backLen)
{
    uchar status = MI_ERR;
    uchar irqEn = 0x00;
    uchar waitIRq = 0x00;
    uchar lastBits;
    uchar n;
    uint i;

    switch (command)
    {
        case PCD_AUTHENT:
        {
            irqEn = 0x12;
            waitIRq = 0x10;
            break;
        }
        case PCD_TRANSCEIVE:
        {
            irqEn = 0x77;
            waitIRq = 0x30;
            break;
        }
        default:
            break;
    }

    Write_MFRC522(CommIrqReg, irqEn|0x80); //Interromper pedido
    ClearBitMask(CommIrqReg, 0x80); //Limpar bit pedido de interrupção
    SetBitMask(FIFOLevelReg, 0x80); //FlushBuffer = 1, a inicialização FIFO

    Write_MFRC522(CommandReg, PCD_IDLE); //nenhuma ação; cancelar o comando atual

    //Os dados são gravados para o FIFO
    for (i=0; i<sendLen; i++)
    {
        Write_MFRC522(FIFODataReg, sendData[i]);
    }

    //executar comandos
    Write_MFRC522(CommandReg, command);
    if (command == PCD_TRANSCEIVE)
    {
        SetBitMask(BitFramingReg, 0x80); //StartSend=1,transmission of data starts
    }

    //Espera para receber dados para completar
    i = 2000; //ajustado de acordo com a frequência máxima de operação do relógio cartão M1 espera 25ms de tempo
    do
    {
        //CommIrqReg[7..0]
        //Set1 TxIRq RxIRq IdleIRq HiAlertIRq LoAlertIRq ErrIRq TimerIRq
        n = Read_MFRC522(CommIrqReg);
        i--;
    }
    while ((i!=0) && !(n&0x01) && !(n&waitIRq));

    ClearBitMask(BitFramingReg, 0x80); //StartSend=0

    if (i != 0)
    {
        if(!(Read_MFRC522(ErrorReg) & 0x1B)) //BufferOvfl Collerr CRCErr ProtecolErr
        {
            status = MI_OK;
        }
    }
}

```

```

if (n & irqEn & 0x01)
{
    status = MI_NOTAGERR;           //??
}

if (command == PCD_TRANSCEIVE)
{
    n = Read_MFRC522(FIFOLevelReg);
    lastBits = Read_MFRC522(ControlReg) & 0x07;
    if (lastBits)
    {
        *backLen = (n-1)*8 + lastBits;
    }
    else
    {
        *backLen = n*8;
    }

    if (n == 0)
    {
        n = 1;
    }
    if (n > MAX_LEN)
    {
        n = MAX_LEN;
    }

    for (i=0; i<n; i++)
    {
        backData[i] = Read_MFRC522(FIFODataReg);
    }
}
else
{
    status = MI_ERR;
}

}

//SetBitMask(ControlReg,0x80);           //timer stops
//Write_MFRC522(CommandReg, PCD_IDLE);

return status;
}

/*
* Nome da função: MFRC522_Anticoll
* Descrição: Anti-colisão detecção, ler o número de série do cartão do cartão seleccionado
* Parâmetros de entrada: serNum - retorna o número do cartão de 4 byte serial, o byte de checksum 5-byte
* Valor de retorno: o retorno bem sucedido MI_OK
*/
uchar MFRC522_Anticoll(uchar *serNum)
{
    uchar status;
    uchar i;
    uchar serNumCheck=0;
    uint unLen;

    //ClearBitMask(Status2Reg, 0x08);           //TempSensclear
    //ClearBitMask(CollReg,0x80);               //ValuesAfterColl
    Write_MFRC522(BitFramingReg, 0x00);       //TxLastBists = BitFramingReg[2..0]

    serNum[0] = PICC_ANTICOLL;
    serNum[1] = 0x20;
    status = MFRC522_ToCard(PCD_TRANSCEIVE, serNum, 2, serNum, &unLen);

    if (status == MI_OK)
    {
        for (i=0; i<4; i++)
        {
            serNumCheck ^= serNum[i];
        }
    }
}

```

```

    if (serNumCheck != serNum[i])
    {
        status = MI_ERR;
    }
}

//SetBitMask(CollReg, 0x80);                //ValuesAfterColl=1

return status;
}

/*
* Nome da função: CalulateCRC
* Descrição: MF522 CRC calculado
* Os parâmetros de entrada: plndata - CRC dados, len - o comprimento dos dados, pOutData - calcular resultado CRC
estar lendo
* Valor de retorno: não
*/
void CalulateCRC(uchar *plndata, uchar len, uchar *pOutData)
{
    uchar i, n;

    ClearBitMask(DivIrqReg, 0x04);                //CRCIrq = 0
    SetBitMask(FIFOLevelReg, 0x80);
    //Write_MFRC522(CommandReg, PCD_IDLE);

    for (i=0; i<len; i++)
    {
        Write_MFRC522(FIFODataReg, *(plndata+i));
    }
    Write_MFRC522(CommandReg, PCD_CALCCRC);

    i = 0xFF;
    do
    {
        n = Read_MFRC522(DivIrqReg);
        i--;
    }
    while ((i!=0) && !(n&0x04));                //CRCIrq = 1

    pOutData[0] = Read_MFRC522(CRCResultRegL);
    pOutData[1] = Read_MFRC522(CRCResultRegM);
}

/*
* Função: MFRC522_SelectTag
* Descrição: cartão Select, leia a capacidade do cartão de memória
* Os parâmetros de entrada: serNum - número de série do cartão de entrada
* Valor de retorno: o retorno bem sucedido da capacidade do cartão de
*/
uchar MFRC522_SelectTag(uchar *serNum)
{
    uchar i;
    uchar status;
    uchar size;
    uint recvBits;
    uchar buffer[9];

    //ClearBitMask(Status2Reg, 0x08);                //MFCrypto1On=0

    buffer[0] = PICC_SEIECTTAG;
    buffer[1] = 0x70;
    for (i=0; i<5; i++)
    {
        buffer[i+2] = *(serNum+i);
    }
    CalulateCRC(buffer, 7, &buffer[7]);                //??
    status = MFRC522_ToCard(PCD_TRANSCEIVE, buffer, 9, buffer, &recvBits);

    if ((status == MI_OK) && (recvBits == 0x18))
    {
        size = buffer[0];
    }
}

```

```

    }
    else
    {
        size = 0;
    }

    return size;
}

/*
 * Nome da função: MFRC522_Auth
 * Descrição: Verificar senha do cartão
 * Entrada: AuthMode - Modo de autenticação de senha
n0x60 = Verifique Uma chave
0x61 = B validação chave
BlockAddr - endereço do bloco
Sectorkey - Setor senha
serNum - número de série do cartão, 4 bytes
 * Valor de retorno: o retorno bem sucedido MI_OK
 */
uchar MFRC522_Auth(uchar authMode, uchar BlockAddr, uchar *Sectorkey, uchar *serNum)
{
    uchar status;
    uint recvBits;
    uchar i;
    uchar buff[12];

    buff[0] = authMode;
    buff[1] = BlockAddr;
    for (i=0; i<6; i++)
    {
        buff[i+2] = *(Sectorkey+i);
    }
    for (i=0; i<4; i++)
    {
        buff[i+8] = *(serNum+i);
    }
    status = MFRC522_ToCard(PCD_AUTHENT, buff, 12, buff, &recvBits);

    if ((status != MI_OK) || (!(Read_MFRC522(Status2Reg) & 0x08)))
    {
        status = MI_ERR;
    }

    return status;
}

/*
 * Nome da função: MFRC522_Read
 * Descrição: Leia os dados do bloco
 * Parâmetros de entrada: blockAddr - endereço bloco; recvData - ler blocos de dados
 * Valor de retorno: o retorno bem sucedido MI_OK
 */
uchar MFRC522_Read(uchar blockAddr, uchar *recvData)
{
    uchar status;
    uint unLen;

    recvData[0] = PICC_READ;
    recvData[1] = blockAddr;
    CalculateCRC(recvData,2, &recvData[2]);
    status = MFRC522_ToCard(PCD_TRANSCEIVE, recvData, 4, recvData, &unLen);

    if ((status != MI_OK) || (unLen != 0x90))
    {
        status = MI_ERR;
    }

    return status;
}

/*
 * Nome da função: MFRC522_Write
 * Descrição: gravar dados em bloco
 * Parâmetros de entrada: blockAddr - endereço bloco; WriteData - 16 bytes de dados para escrever para o bloco

```

```

* Valor de retorno: o retorno bem sucedido MI_OK
*/
uchar MFRC522_Write(uchar blockAddr, uchar *writeData)
{
    uchar status;
    uint recvBits;
    uchar i;
    uchar buff[18];

    buff[0] = PICC_WRITE;
    buff[1] = blockAddr;
    CalculateCRC(buff, 2, &buff[2]);
    status = MFRC522_ToCard(PCD_TRANSCEIVE, buff, 4, buff, &recvBits);

    if ((status != MI_OK) || (recvBits != 4) || ((buff[0] & 0x0F) != 0x0A))
    {
        status = MI_ERR;
    }

    if (status == MI_OK)
    {
        for (i=0; i<16; i++)
        {
            buff[i] = *(writeData+i);
        }
        CalculateCRC(buff, 16, &buff[16]);
        status = MFRC522_ToCard(PCD_TRANSCEIVE, buff, 18, buff, &recvBits);

        if ((status != MI_OK) || (recvBits != 4) || ((buff[0] & 0x0F) != 0x0A))
        {
            status = MI_ERR;
        }
    }

    return status;
}

/*
* Função: MFRC522_Halt
* Descrição: cartão de comando em modo de hibernação
* Entrada: Nenhuma
* Valor de retorno: não
*/
void MFRC522_Halt(void)
{
    uchar status;
    uint unLen;
    uchar buff[4];

    buff[0] = PICC_HALT;
    buff[1] = 0;
    CalculateCRC(buff, 2, &buff[2]);

    status = MFRC522_ToCard(PCD_TRANSCEIVE, buff, 4, buff, &unLen);
}

```